МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”

VI МІЖНАРОДНА ШКОЛА-СЕМІНАР

ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Ужгород, 1 – 6 жовтня 2012 р.

ПРАЦІ ШКОЛИ-СЕМІНАРУ

УЖГОРОД – 2012

Програмний комітет:
Бабич М.Д., Бодянський Є.В., Буй Д.Б., Волошин О.Ф. (співголова), Воронін А.М., Головач Й.І., Григорків В.С., Гуляницький Л.Ф., Гупал А.М., Дейнека В.С., Ємелічев В.О., Задирака В.К., Зайченко Ю.П., Згуровський М.З., Куссуль Н.М., Котов В.М., Крак Ю.В., Лепа Р.М., Лучка А.Ю., Любчик Л.М., Ляшенко І.М., Маляр М.М., Мікловда В.П. (співголова), Провотар О.І., Сергієнко І.В., Скатков О.В., Снитюк В.Є., Федунов Б.Є., Чикрій А.О., Шило В.П.

Організаційний комітет:
Гренджа В.І., Коцовський В.М., Кузка О.І., Маляр М.М. (голова), Міца О.В., Млавець Ю.Ю., Мулеса О.Ю., Мулеса П.П., Повідайчик М.М. (заступник), Штимак А.Ю.

Підготовка матеріалів до друку: Маляр М.М., Повідайчик М.М.

Праці VI міжнародної школи-семінару "ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ". – Ужгород, УжНУ, 2012. – 256 с.

ПЕРЕДМОВА

Від імені і за дорученням програмного комітету Міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень» (МШС-ТПР) вітаю її учасників з VI числом проведення! Бажаю всім творчої наснаги, міцного здоров’я, здійснення всіх розумних бажань, до яких, в першу чергу, рекомендую занести участь у ювілейному –VII– зібранні в 2014 році!

В цьому році на обговорення представлено 143 тези доповідей 202 авторів – докторів наук, професорів, кандидатів, доцентів, аспірантів і студентів. Як і два роки тому, в додатку №2 до збірника праць представлені анотації та тези лекцій, що їх автори висловили бажання прочитати для студентів математичного факультету Ужгородського університету, в додатку №3 представлені тези доповідей, які неоднозначно можуть бути сприйнятими аудиторією (до них я долучив тези своєї доповіді «Чому і як вчити прикладників», якщо буде бажання учасників нашої конференції, доцільно влаштувати на цю тему дискусію,оскільки проблеми освіти виходять сьогодні на перші місця в цивілізованому світі).

Плідної роботи нам! ***Співголова програмного комітету проф. Волошин О.Ф.***

P.S. Наші колеги – члени програмного комітету висловили бажання особисто привітати вас, шановні учасники!

Міжнародна школа-семінар «Теорія прийняття рішень» в Ужгороді завжди відрізнялась не лише високим науковим рівнем, але й надзвичайною гостинністю її організаторів. Доповіді та лекції (до речі завжди цікаві) вдало поєднуються з філіжаночкою чарівної закарпатської кави або цікавою екскурсією до якого-небудь екзотичного куточку. І все це завдяки непомітній, але дуже чіткій роботі Організаційного комітету. А завдяки кропіткій роботі керівництва програмного комітету до Праць школи-семінару включаються справді лише цікаві, іноді спірні доповіді, що завжди викликають жваву дискусію. Я аж ніяк не вважаю себе великим фахівцем в галузі прийняття рішень, але для того, що мені дійсно близьке – проблеми обчислювального інтелекту, у програмі завжди знаходиться місце і, що головне, завжди присутні справжні професіонали, з якими ці проблеми можна обговорити.

Отож, я хочу побажати всім учасникам, колегам, друзям плідної роботи і приємного відпочинку у вільний від засідань час. ***Проф. Бодянський Є.В.***

Уважаемые коллеги, участники школы-семинара «Теория принятия решений»!
Приветствую вас и хочу отметить, что проблема принятия решений имеет много различных аспектов – философских, социологических, психологических, физиологических, биологических и т.д. Особое значение эта проблема приобрела в общей теории управления в связи с необходимостью создания и повышения эффективности систем управления в различных сферах народного хозяйства.

Каждому из нас ежедневно приходится принимать множество решений по самым разнообразным вопросам. Многие из принятых решений дают прекрасные результаты, но случается, что о своем ошибочном решении приходится горько сожалеть. Но мало кто анализирует свои удачи и ошибки, выясняет причины неудач, задумывается о правилах, которыми следует руководствоваться, чтобы избежать или ,по крайней мере, уменьшить долю ошибочных решений.

Зачастую проблема принятия решений трактуется как связь между стимулом на входе и реакцией на этот стимул на выходе. Такой подход афористически сформулировал Козьма Прутков: «Щёлкни кобылу в нос – она махнёт хвостом». Однако принятие решений нельзя рассматривать так прямолинейно. Решение принимается на основе совокупности, интеграции многочисленных факторов и состоит в выборе одной из многих возможностей.

Несмотря на начавшееся объединение для работы над этой проблемой специалистов различного профиля, быстрое развитие научных методов её решения, ещё нельзя сказать, что создана стройная теория принятия решений и могут быть даны практические рекомендации во всех, или хотя бы в большинстве, встречающихся в жизни случаев.

Различие в подходах к проблеме отражается и в литературе. Книги и статьи обычно посвящены тем или иным аспектам проблемы. Со своей стороны, я работаю в области многокритериальных аспектов теории принятия решений. Осмелюсь рекомендовать вам одну из последних наших монографий: А.Н. Воронин, Ю.К. Зиатдинов, М.В. Куклинский. Многокритериальные решения: Модели и методы. – К., НАУ-друк, 2011. Кроме того, принят к опубликованию учебник тех же авторов «Теорія прийняття багатокритеріальних рішень».

Желаю вам плодотворной и приятной работы! ***Проф. Воронин А.Н.***

Як постійний член програмного комітету Міжнародної школи-семінару “Теорія прийняття рішень”, наукові інтереси якого максимально пов’язані з математичним моделюванням соціально-економічних і, зокрема еколого-економічних систем, хочу підкреслити, що від правильних, раціональних, а ще краще оптимальних рішень в цих системах у кінцевому результаті залежить економічна структура та рівень розвитку людського суспільства. Варто відзначити також, що серед праць школи-семінару все частіше зустрічаються праці, присвячені проблемам соціально-економічного характеру та математичним методам і моделям підтримки прийняття соціально-економічних рішень, що безперечно розширило коло наукових напрямків школи-семінару, підсилило її теоретичну та прикладну значущість та наукову місію у цілому.

Ще одна стратегічна місія школи-семінару – це специфічний вишкіл молодих науковців, студентів й аспірантів, які роблять перші кроки у науковій діяльності. Саме тут наші молоді побратими-науковці переймають досвід ведення наукових дискусій, виступів, обговорень тощо у своїх старших колег, формують свій “науковий” характер. Вірю що ця місія буде успішною у роботі школи-семінару.

Авторитет школи-семінару “Теорія прийняття рішень” зростає також завдяки прекрасній роботі організаторів, за що їм глибока шана і вдячність від усіх тих, хто брав участь у попередніх школах-семінарів і хто є учасником поточної школи-семінару.

Всім учасникам цьогорічної школи-семінару успіхів, щастя і добра!

Проф. Григорків В.С.

Міжнародна школа-семінар "Теорія прийняття рішень", яку вже вшосте приймає гостинний Ужгород, спрямована на вирішення двох основних завдань. Перш за все, це подання і обговорення нових результатів у розробці методології, математичних моделей і методів підтримки прийняття рішень, а також технологій їх застосування у різних прикладних сферах. Іншою складовою є ознайомлення науковців – і перш за все, молодих дослідників – із здобутками, що ввійшли до "скарбниці" теорії прийняття рішень.

Час розвитку власне теорії прийняття рішень у сучасному розумінні – вельми невеликий з точки зору історії науки, це – період молодості. Стрімке зростання потреб практики у оригінальних моделях та методах, спрямованих на вироблення, обґрунтування і оптимізацію рішень, обумовлює потребу в розробці нових напрямів релевантних досліджень і активному впровадженні інформаційних технологій та СППР, що на них базуються.

Маю сподівання, що матеріали VI-ї Міжнародної школи-семінару "Теорія прийняття рішень", в яких і відображені питання розробки, дослідження, моделювання і оптимізації рішень, а також розв’язання прикладних проблем підтримки прийняття рішень, будуть корисними широкому колу дослідників і практиків, вони сприятимуть прийняттю більш обґрунтованих рішень у різних областях застосування.

Проф. Гуляницький Л.Ф.

Шановні друзі, колеги, однодумці!

Щиро вітаю вас з важливою подією у житті нашого інтелектуального простору: проведення зустрічі «вживу», яка реалізує неоціненні можливості особистого спілкування та плідного обміну думками в доповідях, обговореннях-дискусіях, в зустрічах «без краваток». Впевнений, що, як це бувало вже не раз, конференція стане джерелом нових досягнень і звершень.

Із найкращими побажаннями, ***проф. ДонченкоВ.С.***

UDK 519.866.2+519.862.3

Akhiezer I.O., Gomozov E.P.
Department of computer mathematics and mathematical modeling NTU "KPI"
e-mail: kayaker0011@gmail.com

STOCKS FORECASTING

As is generally known, there always were problems in forecasting of bifurcations of courses of securities (lengths of flats and trends, break points of trends, «soap-bubbles», bringing down of market). Those very rare and very strong vibrations which were before considered unimportant and cast aside at checking of distributing for normality actually are very important. Thus, new researches of conduct of prices became especially actual. However, much practically all published researches carry theoretical character; as usual, prognoses mainly require plenty of supervisions, badly work in a neighborhood of bifurcations and does not have a computer model which would build prognoses real-time.

Actually, value of parameter α=1 is «bifurcation», that in transition of values α the type of temporal row changes through unit. Although in any case at α~1, we deal with the cleanly fractal distributing, in this case impossible to say, whether the concept of historical middle profitableness makes sense, or does not make sense as a concept. Therefore, at α~1, does not have a historical middle profitableness and there is no sense to examine historical volatility for forecasting prices of equities within the framework of classic approaches of traders. Further, on the basis of a few Sornette's method modified by us, the row of critical points was built t^n_c on a temporal axis, in which probability of sharp price jump is maximal. Now, concept of the internal state of course in the moment of time *t* determined further as a value of function of index of fractal $\mu(t)$ on a preceding interval τ_μ=32 days. For this case, minimum preceding interval, where $\mu(t)$ is possible to calculate with acceptable exactness ($R^2 \approx 0{,}98$). From point of fractal geometry there is a value $\mu(t)$, characterizes the amount of local extremums of price chart, or «shaking» of price on any fixed scale. At $\mu(t)=0{,}5$ such «shaking» corresponds Brownian motion, areas with an enhanceable value $\mu(t)>0{,}5$ flats correspond, and areas with the lowered value $\mu(t)<0{,}5$ - trends. Further for the rows of courses forecast values were determined $\mu(t)$ on a term in two weeks. Thus, in the last stage of our research forecasting of course of "critical" actives was chosen on the basis of GMDH, programmatic realization of model of GMDH and comparison of results of prognoses of course on the basis of GMDH and ARFIMA-FIGARCH. The in-use by us model of GMDH is formulated in terms of neuron networks architecture, by an urgent polynomial network. Parameters are influenced so that to deliver minimum to the chosen external criterion. If the value of external criterion does not arrive at the minimum at the increase of model complication or the value of function of quality is unsatisfactory, the best model gets out from the models of the set complication. On the basis of model GMDH was created simple financially-analytical system of prognostication of courses. The built financially-analytical system of forecasting of courses on the basis of GMDH is able to give more exact, acceptable to practice results as compared to the models of ARIMA and ARFIMA-FIGARCH even and in «critical» for these models cases. In the future built financially-analytical system on the basis of GMDH is possible to improve due to development of correct methods of selection of most on a prognosis influences, and also combining the model of GMDH with other methods of price forecasting of equities and break points of trend.

List of literature

1. Gulyaeva O.S., Chvetkov V.P., Chvetkov I.V. Fractal analysis of currency temporal rows. Finances and credit. 9(249), 2007. 2. Shiryaev V.I. Financial markets: Neuron networks, chaos and nonlinear dynamics. 2009. 3. Sornette D., Critical market crashes, Physics Reports 2003, №378, c.1-98. 4. Dubovikov M.M., Kryanev A.V., Starchenko N.V. Dimension of minimum coverage and local analysis of fractal temporal rows. – Vestnik RUDN, Series are the applied and computer mathematics, т.3, №1, 2004, c.30-44. 5. Stepashko V.C. The analysis of efficiency of criteria of structural authentication of forecasting models is Problems of management and informatics, 1994, №3-4, c.13-22.

UDC 519.21

Bila G.D.
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of NAS of Ukraine
chesakg@mail.ru

PERIODOGRAM ESTIMATOR CONSISTENCY IN THE REGRESSION MODEL WITH GAUSSIAN NOISE

Let us consider the problem of estimating of parameters ω_0 and A_0 by observations of random process

$$\tilde{o}(t) = \grave{A}_0\varphi\left(\omega_0 t\right) + n\left(t\right),\ t \in \left[0,T\right],\ \grave{A}_0 > 0,\ \omega_0 > 0,$$

where $\left\{ n(t),\, t \in R^1 \right\} = \left\{ n(t) \right\}$ − is real continuous with probability 1 stationary Gaussian process, $En(t) = 0$, the correlation function $En\left(s+t\right)n(s) = r\left(t\right)$ is integrable on R^1.

Assume that $\varphi(t)$ is the real function with the representation

$$\varphi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} c_k e^{i\lambda_k t},$$

where coefficients $\tilde{n}_k$ and values λ_k satisfy conditions

$$\sum_{k=-\infty}^{\infty} \left|c_k\right| < \infty,\ \lambda_k \ge 0 \text{ as } k \ge 0,\ c_k = c_{-k},\ \lambda_k = -\lambda_{-k},\ \left|\lambda_l - \lambda_k\right| \ge \Delta > 0 \text{ as } l \ne k.$$

We consider the functional

$$Q_T(\omega) = \left|\frac{2}{T}\int_0^T x\left(t\right)e^{i\omega t}dt\right|^2,\ \omega \ge 0.$$

The periodogram estimator of ω_0 is said to be any random variable ω_T such that $Q_T\left(\omega_T\right) = \max_{\omega\in[0,\infty)} Q_T\left(\omega\right)$. The estimator of A_0 is defined as $A_T = \frac{1}{2}\left|c_{i_0}\right|^{-1} Q_T^{1/2}\left(\omega_T\right)$.

Theorem 1. Let all preceding conditions are satisfied and $\left|c_{i_0}\right| > \left|c_i\right|$, $i \ne \pm i_0$, $i_0 > 0$. Then with probability 1

$$\overline{\omega}_T = \frac{\omega_T}{\lambda_{i_0}} \to \omega_0 \text{ as } T \to \infty.$$

Theorem 2. Let the conditions of Theorem 1 are fulfilled. Then with probability 1

$$T\left(\frac{\omega_T}{\lambda_{i_0}} - \omega_0\right) \to 0 \text{ as } T \to \infty.$$

Theorem 3. Suppose that conditions of Theorem 1 are fulfilled and $f(\lambda_{i_0}\omega_0) > 0$. Then the value $\grave{A}_{\grave{o}}$ is a strongly consistent estimate of A_0 as $T \to \infty$.

Similar problems of estimating are considered in [1-2].

References

1. G.P. Hrechka, A.Ya. Dorogovtsev, On the asymptotic properties of the periodogram estimations of a frequency and amplitude of the harmonic oscillation // Numerical and applied math. – 1976. – V. 28. – P. 18 – 31. (In Russian)
2. Knopov P.S., Kasitskaya E.J. Empirical estimates in Stochastic optimization and identification. – Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, – 2002. – 250 p.

Donchenko V., Zinko T.
National Taras Shevchenko University of Kiev
voldon@bigmir.net

GROUPING INFORMATION PROBLEM: VECTORS AND MATRIXES IN "FEATURE VECTORS" DESIGN

The problem of grouping the information (grouping problem) is the fundamental problem of applied investigations. It appears in various forms and manifestations. All of them eventually are reduced to two forms. Namely, these are: the problem of recovering the function represented by their observations and the problem of clustering, classification and pattern recognition. State of art in the field is represented perfectly in[11], [15], [10], [8], [3] .It's opportune to mark what the information regarding the object or a collection of similar object is exposed to aggregating is. It is of principal importance that an object is considered as a set of its main components and fundamental for the object ties between them. Such consideration and only this one enable application of the math in object description, namely, for math modeling. It is due the fact that after Georg Cantor the objects of investigation in math (math structures) are the sets plus "ties" between its elements. There are only four (may be, five) fundamental mathematical means to describe these "ties". Namely, these are: relations, operations, functions and collections of subsets (or combinations of mentioned above). Thus, the mathematical description of the object (mathematical modeling) can not be anything other than representing the object structure by the means of mathematical structuring. It is applicable to the full extent to that objects which indicated by the term "complex system". A "complex system" should be understanding and, correspondingly, determined, as an objects with complex structure (complex "ties"). Namely, when reading attentively manuals by the theme (see, for example, [16], [9]) one could find correspondent allusions. It is reasonable understanding of "complex systems" instead of the its understanding as the "objects, consisting of numerous parts, functioning as an organic whole".

So, math modelling is designing in math "parts plus ties", which reproduce "part plus ties" in reality.

So it is principal question in math modeling which math objects represents "part" of the object and which the "ties" ones. The math object - representative should be chosen in such a way that variety of math structuring means were sufficient to convey the object structure.

It is commonly used approach for designing objects - representative to construct them as an finite ordered collection of characteristics: quantitative (numerical) or qualitative (non numerical). Such ordered collection of characteristics is determined by term cortege in math. Cortege is called vector when its components are numerical. In the function recovering problem objects - representatives are vectors and functions are used as a rule to design correspond mathematical "ties". In clustering and classification problem the collection may be both qualitative and quantitative. In last case correspond collection is called feature vector. It is reasonable to note that term "vector" means more, than simply ordered numerical collection. It means that curtain standard math "ties" are applicable to them. These "ties" are adjectives of the math structure called Euclidean space denoted be R^n. Namely these are: linear operations (addition and scalar multiplying), scalar product and correspond norm.

Just the belonging to the base math structure (Euclidean space) determines advantages of the "vectors" against "corteges". It is noteworthy to say, that this variant of Euclidean space is not unique: the space $R^{m\times n}$ of all matrixes of a fixed dimension $m\times n$ may represent alternative example. The choice of the R^n space as "environmental" structure is determined by perfect technique developed for manipulation with vectors. These include classical matrix methods and classical linear algebra methods. SVD-technique and methods of Generalized or Pseudo Inverse according Moore – Penrose are comparatively new elements of linear matrix algebra technique [14](see, also, [1] , [2]). Outstanding impacts and achievements in this area are due to N.F Kirichenko (especially, [13], see also [21,22]). Greville's formulas: forward and inverse -for pseudo inverse matrixes, formulas of analytical representation for disturbances of pseudo inverse, - are among them.

Additional results in the theme as to furter development of the technique and correspondent applications one can find in [4], [22] [12], [23] [5], ,[25-26],

As to technique designing for the Euclidean space $R^{m\times n}$ as "environmental" one see, for example [19]. Speech recognition with the spectrograms as the representative and the images in the problem of image recognition are the natural application area for the correspond technique.

As to the choice of the collection (design of cortege or vector) it is necessary to note, that good "feature" selection (components for feature vector or cortege or an arguments for correspond functions) determines largely the efficiency of the problem solution.
As noted above, the efficiency of problem solving group, the choice of representatives of right: space arguments or values of functions and suitable families past or range of convenient features vectors. This phase in solving the grouping information problem must be a special step of the correspondent algorithm. Experience showed the effectiveness of recurrent procedures in passing through selection features step. For correspond examples see, [18] with Ivachnenko's GMDH (Group Method Data Handling), [15] with Vapnik's Support Vector Machine. Further development of the recurrent technique one may find in Donchenko , [4], [22] [12], ,[24], [5], [26]. The idea of nonlinear recursive regressive transformations (generalized neuron nets or neurofunctional transformations) due to Professor N.F Kirichenko is represented in the works referred earlier in its development. Correspondent technique has been designed in this works separately for each of two its basic form f the grouping information problem. The united form of the grouping problem solution is represented here in further consideration. The fundamental basis of the recursive neurofunctional technique include the development of pseudo inverse theory in the publications mentioned earlier first of all due to Professor N.F. Kirichenko and his disciples.

The essence of the idea mentioned above is thorough choice of the primary collection and changing it if necessary by standard recursive procedure. Each step of the procedure include detecting of insignificant components, excluding or purposeful its changing, control of efficiency of changes has been made. Correspondingly, the means for implementing the correspondent operations of the step must be designed. Methods of neurofunctional transformation (NfT) (generalized neural nets, nonlinear recursive regressive transformation: [4] [22], [5]).

As to implementation details one can find its in detail of the in [6].

We concentrate ourselves below on the results developing pseudo inverse technique on matrix "feature vectors".

We denote by $R^{(m\times n),K}$- Euclidean space of all matrixes *K*-corteges from $m\times n$ matrixes: $\alpha=(A_1\vdots\ldots\vdots A_K)\in R^{(m\times n),K}$ with a "natural" component wise trace inner product:

$$(\alpha,\beta)_{cort}=\sum_{k=1}^{K}(A_k,B_k)_{tr}=\sum_{k=1}^{K}trA_k^TB_k\ ,$$

$$\alpha=(A_1\vdots\ldots\vdots A_K),\beta=(B_1\vdots\ldots\vdots B_K)\in R^{(m\times n),K}.$$

We also denote by $\wp_\alpha:R^K\to R^{m\times n}$ a linear operator between the Euclidean space, determined by the relation :

$$\wp_\alpha y=\sum_{k=1}^{K}y_kA_k,\alpha=(A_1\vdots\ldots\vdots A_K)\in R^{(m\times n),K},y=\begin{pmatrix}y_1\\ \cdots\\ y_K\end{pmatrix}\in R^K.$$

Theorem 1. Range $\Re(\wp_\alpha)=L_{\wp_\alpha}$, which is linear subspace of R^{m*n}, is the subspace spanned on the components of cortege $\alpha=(A_1\vdots\ldots\vdots A_K)\in R^{(m\times n),K}$, that determines $\wp_\alpha$:

$$\Re(\wp_\alpha)=L_{\wp_\alpha}=L(A_1,\ldots,A_K).$$

Theorem 2. A product of two operators $\wp_\alpha^*\wp_\alpha:R^K\to R^K$ is a linear operator, defined by the matrix from the next equation:

$$\wp_\alpha^* \wp = \begin{pmatrix} trA_1^T A_1, \ldots, trA_1^T A_K \\ \cdots \\ trA_K^T A_1, \ldots, trA_K^T A_K \end{pmatrix}. \qquad (2)$$

Remark. Matrix defined by (2) is the Gram' matrix for the elements of the cortege $\alpha = (A_1 \vdots \ldots \vdots A_K) \in R^{(m\times n),K}$, which determines the operator.

Singular value decomposition for a matrix (2) is obvious, as it is the classical matrix: symmetric and positive semi-definite, on vector Euclidean R^K. It is defined by a collection of singularities $(v_i, \lambda_i^2), i, j = \overline{1,r}$:

$\| v_i \| = 1, v_i \perp v_j, i \neq j; i, j = \overline{1,r}; \lambda_1 > \lambda_2 > \ldots > \lambda_r > 0$,

$\wp_\alpha^* \wp_\alpha v_i = \lambda_i^2 v_i, i = \overline{1,r}$.

6. Theorem 3. Matrices $U_i \in R^{m\times n} : U_i = \frac{1}{\lambda_i} \wp_\alpha v_i = \frac{1}{\lambda_i} \sum_{k=1}^{K} A_k v_{ik}, i = \overline{1,r}$, defined by the singularities $(v_i, \lambda_i^2), i = \overline{1,r}$ of the operator $\wp_\alpha^* \wp_\alpha$ are elements of a complete collection of singularities $(U_i, \lambda_i^2), i = \overline{1,r}$ of the operator. $\wp_\alpha^* : R^K \to R^{m\times n}$

Proof. This follows from Theorem 1, and the standard relations between singularities of the $\wp_\alpha^* \wp_\alpha$, $\wp_\alpha \wp_\alpha^*$ operators.

7. Theorem 4 (Singular Value Decomposition (SVD) for cortege operator). Singularity of two operators $\wp_\alpha^* \wp_\alpha, \wp_\alpha \wp_\alpha^*$, obviously determine the singular value decomposition of operators $\wp_\alpha$, $\wp_\alpha^*$:

$$\wp_\alpha y = \sum_{i=1}^{r} \lambda_i U_i v_i^T y, y \in R^K,$$

$$\wp_\alpha^* X = \sum_{i=1}^{r} \lambda_i v_i (U_i, X)_{tr}, X \in R^{m\times n}.$$

References

1. Albert A.E. Regression and the Moore-Penrose pseudoinverse.-Academic Press.- 1972 .- 180 стор.
2. Adi Ben-Israel ,Thomas N.E. Greville Generalized Inverses .Theory and Applications.- Second Edition.- Springer-Verlag New York, Inc. -2003.-420 p
3. Berry Michael W., Editor. Survey of Text Mining:Clustering, Classification, and Retrieval Springer-Verlag New York, Inc. -2004.-244 p.
4. Donchenko V.S. Kirichenko M.F., Serbaev D.P. Recursive regression transformation and dynamical systems// Proceedings: of the Seventh International Conference “Computer Data analysis and Modeling: robustness and computer intensive methods”. – V.1. – September 6-10, 2004. – Minsk. – P. 147-151
5. Donchenko V. Kirichenko M., Krivonos Yu. Generalizing of neural nets: Functional nets of special type// International Journal Information Theories and Applications. – N 3. –V.14. – 2007. – P. 259-266.
6. Donchenko V., Krivonos Yu., Krak Yu. Recurrent procedure in solving thr grouping information problem in applied mathematics//iTHEA International Journal “Information Models and Analysis”. – N 1. –V.1. – 2012. – P. 62-77.
7. Кириченко Н.Ф., Донченко В.С. Псевдообращение в задачах кластеризации.- Кибернетика и системный анализ.- 2007.- № 4.- с. 73 –92
8. Friedman Menahem Kandel Abraham, Introduction to pattern recognition statistical, structural, neural and Fuzzy logic approaches world scientific publishing co. Pte. Ltd..-reprinted 2000.- 329 p.

9. Forster John and Hölzl Verner, Applied Evolutionary economics and complex systems.-2004--293 p.
10. Haykin S. Neural Networks, A Comprehensive Foundation.-Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458. – 1999.– 842 p
11. Kohonen T. Self-Organizing Maps -3-d ed. - Tokyo: Springer, 2001.-501 p
12. Kirichenko N.F., Donchenko V.S. Serbaev D.P. Nonlinear recursive nonlinear Transfomations: Dynamic sestems and Optimizations.//Cybernetics and Systen Ansalysis.– V.41, №3.– May 2005.–p.364-373.
13. N.F. Kirichenko. Analytical Representation of Perturbation of Pseudoinverse Matrices. Cybernetics and Systems Analysis. Vol.33, Number 2. P.230-239. March-April 1997.
14. Nashed M. Zuhair ,Votruba G.F., editors. A Unified Operator Theory of Generalized Inverse.//Proceedings of an Advanced Seminar Sponsored by the Mathematical Research Center, The University of Wisconsin, Madison, October 8-10, 1973. – New York, Academic Press, 1976.–1200 p.
15. Vapnik, V.N. Statistical Learning Theory. New York: Wiley, 1998
16. Yeates Donald , Tony Wakefield, Systems Analysis And Design . -
17. Івахненко А.Г. Системи розпізнавання і автоматичного управління, що Самоорганізующиеся. – К.: Техніка, 1969.–395 с.
18. Бублик Б.Н., Кириченко Н.Ф. Основы теории управления. – К.: Высшая школа, 1975.–328 с.
19. Донченко Владимир, Евклидовы пространства числовых векторов и матриц: конструткивные методы описания базовых структур и их использование.// International Journal "Information technologies & Knowledge".- 2011.- Vol. 5.- Number 3.-P.203-216.
20. Н.Ф. Кириченко Н.Ф. Аналитическое представление возмущений псевдообратных матриц.// Кибернетика и системный анализ. – 1997. – № 2. – С. 98-107.
21. Кириченко Н.Ф., Лепеха Н.П. Применение псевдообратных и проекционных матриц к исследованию задач управления, наблюдения и идентификации.// Кибернетика и системный анализ. – 2002. – № 4. – С. 107-124.
22. Кириченко Н. Ф., Крак Ю. В., Полищук А.А. Псевдообратные и проекционные матрицы в задачах синтеза функциональных преобразователей.// Кибернетика и системный анализ –2004.–№3.
23. Кириченко Н.Ф., Донченко В.С., Сербаев Д.П. Нелинейные рекурсивные регрессионные преобразователи: динамические системы и оптимизация.// Кибернетика и системный анализ.–№3, 2005.– С. 58-68.
24. Кириченко Н.Ф., Кривонос Ю.Г., Лепеха Н.П. Синтез систем нейрофункциональных преобразователей в решении задач классификации. // Кибернетика и системный анализ. – 2007. – №3. С. 47-57
25. Кириченко Н.Ф., Кривонос Ю.Г., Лепеха Н.П. Синтез систем нейрофункциональных преобразователей в решении задач классификации. // Кибернетика и системный анализ. – 2007. – №3. С. 47-57
26. Кириченко М.Ф., Донченко В.С. Задача термінального спостереження динамічної системи: множинність розв'язків та оптимізація//Журнал обчислювальної та прикладної математики. – 2005. –№5– С.63-78.

УДК 519.866:338.3

Grygorkiv M.V.
Yuri Fedkovich Chernivtsi National University
GmvMarichka@gmail.com

MODELLING OF ECOLOGIC-ECONOMIC INTERACTION IN SPACE OF THE ECONOMIC STRUCTURE INDEXES OF A SOCIETY

Every model is a homomorphous image of the object of cognition, as it represents its certain characteristics and properties, i.e. to some extend, it is a projection of an object of its corresponding characteristics, properties, and so on space or subspace.

The models of ecologic-economic interaction in the space of indexes of economic structure of a society are considered further on. Note, that economic structure of a society means the distribution of the elements of a society (for example, families) by liquid resources, i.e. storing in monetary items and securities which are converted into monetary equivalent quickly and without loss. More over, as far as the society is devided into certain social groups or clusters (e.g. not working pensioners, members of a society who work and create a real social product, proprietors of enterprises who are employers and so on), every group of members of a society can be characterised by correspondent indexes representing economic structure of a society. Average savings (average capital) of a group representative, prices of the main product and utilization or pollution, the volume of undestroyed contamination or pollution of an environment, etc. belong to the most important indexes. All these indexes are dynamic variables (i.e. functions of time) and they form a proper space of indexes of economic structure of a society. The description of dynamics of these indexes actually results in the construction of models of ecologic-economic interaction in space of indexes of economic structure of a society. Spacious dimension (amount of indexes) determines the dimension of the built model.

The complex of such models i.e., the models representing the processes of ecologic-economic interaction and described by variables from the space of indexes of economic structure of a society is proposed further on. The models of singlesectoral and twosectoral economies are considered. The model of singlesectoral economy taking into account the utilization of the created contamination and socio-economic structurization and its modification, models of twosectoral economy with the economic structured society and utilization of contamination of the basic sector (sector of production of basic product) and the models of twosectoral economy with the economic structured society and utilization of contamination of basic and auxiliary sectors and their modification belong to above mentioned models. Most modifications, built on the basis of the models indicated above, take into account the dynamics of the pollution of the environment, which is partly capable to become clean in course of time. The peculiarity of these models is that they can describe the real state of the ecologic-economic system and the influence of the elements of society included in these models. All proposed models can be considered as simulation models, the authentication of their parameters can be performed by the expert methods, and their approbation — by the proper imitation experiments which can be successfully realized by means of modern computer-informative technologies.

UDC 519.866

L. Skraschuk
Yuri Fedkovich Chernivtsi National University
lorakv@gmail.com

DECISION MAKING PROBLEMS IN ECOLOGICAL-ECONOMIC SYSTEM

Society development increasingly deteriorate environment, what is the result of natural-resource forced exploitation. Dynamic level of pollution triggered a search for adequate mechanisms of solving environmental and economic contradictions, rethinking and improving approaches to economic development, the implementation of environmental economic reforms [1].

This problem can be solved only through an integrated analysis of the economic and ecological processes, which makes it possible not only to form industrial waste disposal methods, but also to manage the process of man-made pollution, to analyze its branch and territorial structure.

One of the solutions of these problems is to involve the conceptual apparatus of decision theory, which will form some idea of the Ukraine's ecological-economic system and processes that occur in it [2].

The main tool and efficient method of such forming, is a method of economic and mathematical modeling, because appropriate decision-making in ecological-economic systems isn't possible without the use of mathematical models that allow determining the consequences of possible solutions [3].

It is worth noting that if the process of decision-making is defined, the process of adoption remains still little researched and contains a number of problems that need to be solved.

The problems of ecological and economic decision-making include "problem data", which is manifested in the limited possibilities of the required information or false output data. It results from conflicting information, which verification and refinement requires solving complex methodological problems.

Another objective obstacle of ecological-economic decision-making systems is the stochastic nature of the ecosystem transition from one state to another and the absence of tools for modeling nonlinear dynamics of multicomponent systems. Therefore, the choice of controlling tools of the environment always contains uncertainty, which cannot be completely objectively substantiated.

The study argued the application of decision theory as the most adequate tool for research of ecological-economic systems and has revealed a number of problems that need to be solved for its successful application to practice problems.

References

3. V. Hryhorkiv. The economic-mathematical modeling problem of ecological-economic interaction and sustainable development / V. Hryhorkiv / Scientific Journal of Chernivtsi University. Economics. – 2001. – Vol. 113. – P. 106-110.
4. 2 V. Derkach. Decision theory in solving environmental problems. / V. Derkach, Skovoroda Institute of Philosophy. – K., 2001. – 18 p.
5. Economic Cybernetics. O. Sharapov, V. Derbentsev, D. Semyonov. – K.: KNEU, 2004. – 231 p.

УДК 519.86

Verstiak A.V.
Chernivtsi National University
e-mail: a.verstyak@chnu.edu.ua

PRICING IN ECOLOGICAL-ECONOMIC SYSTEMS

Economists typically think of natural resources as being either exhaustibleor renewable. Exhaustible natural resources include most minerals such ascoal and iron ore and renewable natural resources commonly include fisheries, forests, and rangelands. Because all natural resources are ultimatelyrenewable, the key criterion that determines whether a natural resourceis exhaustible or renewable is the rate at which it regenerates relative totypical human life spans.Over the last years, economic growth has been actively implemented in developing countries. For these countries it is very important to provide the projects in economic systems that refer to the problems of the valuable estimation of eco-economic functions in environmental economics. These functions do not have physical forms, so they can not be taken into account in pricing process. Such an aspect predetermines the necessity of the construction the methods of pricing including the ecological constituent. There is a huge amount of literature on economic development and environmental sustainability. The literature concerns problems of measuring and implementation of it in eco-economic and environmental policies. But complexity and diversity of the eco-economic systems and sustainable development require further investigation with the aim of construction new methods (or perfection the existing ones) of the solving socioeconomic tasks and saving natural-resources potential with comprehensive consideration of eco-economic factors in pricing.

The problem of including the ecological constituent in the price and the necessity of construction input-output models of pricing taking into account the terms of ecologic-economy equilibrium are analyzed. The issue of pricing based on the Leontief-Ford input-output model is investigated. This model is an important tool for the practical development of a number of predictions and quantitative estimates of the pricing process in terms of ecological and economic balance of a region or country.

Since the main source of pollution is the production that is pollution is the result of the economic activity so this result must be reflected in the models of industrial and economical systems, particularly in the nonlinear input-output model. This nonlinear model can more fully identify the features of pricing activity and on the basis of it to forecast changes in price indices by changing certain elements of input-output balance.

The problem of the forecasting of the prices in ecological economy can be realized on the basis of the nonlinear input-output model of interagency environmental and economic balance, reflecting the simultaneous operation of two plants: main (the branches of material production) and secondary (the industry of destruction of pollutants). On this basis it is possible to realize the process of pricing in the ecological economy.

The constructed models can be used for determining the price indexes in multisectoralecological-economy system. The determining of the price indexes lets control the prices balances and in time to react on changes in any constituent of net output. From the point of view of the decision making person it allows to optimize the process of pricing and its dynamics in environmental economics.

The information system of uniting of pricing tasks in the ecologically balanced economy is created that contains the kit of visual resources for empirical analysis of developed economic-mathematical models and its usage in experimental researches and monitoring tasks.

UDC 681.518

Vinnychuk I.S.
Yuri Fedkovych Chernivtsi National University
i.vinnychuk@chnu.edu.ua

DECISION MAKING IN THE SHADOW ECONOMY LEGALIZATION PROCESSES

Mathematical modeling has a wide range of applications. The power and versatility of mathematical models in recent years enhanced by calculating capability of modern computers. The upward trend of mathematical models application will continue, because the results of such modeling provide an opportunity in an efficient and economical way to understand, analyze and design processes.

Mathematical modeling is a powerful tool for research and analysis. It provides lots of information for decision making. Those decision makers should be more reliable informed about the modeling process and the specific conditions of its holding in order to better use the results of experiments.

The main task of any model is twofold: firstly, to provide a deeper understanding of the system or process, and secondly, using this knowledge for forecasting and decision making. Mathematical modeling provides the results, which are the basis for political and administrative decisions, both on a local and global level. Such models allow analyzing the impact on the economy, social status, ecology and more.

One of the economic and mathematical modeling problems is the modeling of the shadow and legal economies. These economic-mathematical models describe the complex process of interaction and include many factors, which influence the process. The calculation of analytical solutions is a time-consuming process and does not allow properly assess the impact of each model parameters, which makes the decision process more complicate.

The objective of the decision process is to move the situation from the current state to some desired future state. In a complex situation the decision process often requires a commitment to embark on a journey toward an uncertain future, creating a set of iterative actions whose consequences will cause a move from the current situation toward a desired future situation. To be successful, the organization or the government must have the capacity and internal support mechanisms needed to implement the decision strategy. That preparation process includes understanding the domain of interest as much as possible, recognizing the level of uncertainty, surprise potential and nature of the mess; planning for the decision strategy in resources, flexibility, partners, expectations, goal, etc.; Making sure the organizational group is ready and considering all available alternatives [1].

To solve the decision making problem for the shadow economy models we developed software using MatLab. The interface is implemented by Visual Studio 2010. The developed software allows find solutions of models, conduct simulation experiments with models, changing the control parameters. Decision makers have the ability to determine the effect of each control parameters on the overall system. The developed decision support system is integral computerized information tool for economic and mathematical modeling of the shadow economy.

References

1. F. Burstein, C. W. Holsapple Handbook on Decision Support Systems 1: Basic Themes. - Berlin: Springer, 2008 - 854 p.

UDC 339.188

Zyukov S.V.
Yuri Fedkovich Chernivtsi National University
s.zyukov@chnu.edu.ua

A NEURAL NETWORK APPROACH TO INVENTORY CONTROL

In the global competitive business environment manufacturers must maintain the optimum number of finished products to reduce overall costs and optimize the supply chain. Managing an inventory is one of the biggest problems that many businesses face. Whether they manufacture goods, distribute, or resell them, any business that has a physical inventory eventually runs into these problems:

• How many of each part should be ordered
• Determining when each part should be ordered
• How to predict when the entire business' sales will go up or down

The stock of material resources is considered as unavoidable costs when very low level of them leads to significant production costs, associated with layoffs. Too high level of material resources reduce working capital. Therefore, the objective of inventory management is to determine the optimal level of reserves, which balances previous two extreme cases.

Many companies use the economic order quantity (EOQ) model, but it is too simple and not objective, because allows such unrealistic assumption, as steady demand, constant prices or instant reception of finished products, etc. However, categories such as demand or product price are variable and fluctuate within a certain range according to market and socio-economic conditions. Therefore, this model is not suitable for manufacturing enterprise.

The ratio between the input and output factors are complex, so it is difficult to develop an appropriate mathematical model that will meet the demands of the real environment. Currently available models are very simplified, and the number of factors that they take into account are very limited.

Artificial neural network is one of the methods of arbitrary assessment that can capture and simulate the complex relationship of input and output factors, even without the use of mathematical models. Neural networks are widely used to model complex processes in accordance with the training and generalization, the placement of non-linear variables, adaptability to environmental changes and the absence of certain data. Neural network can be classified as supervised and unsupervised learning schemes according to its learning characteristics. Supervised learning scheme obtains training samples in the problem areas, including input variables and output variables, and learns internal corresponding rules of input and output variables in order to be applied in the new cases. Once being constructed, neural network test is performed by dividing into three stages:

1. Convergence test: In the neural network learning process, the test supervises if error function or energy function converges in a reasonable way.
2. Examination test: After learning, the test analyzes the error types in order to improve the neural network process.
3. Evaluation test: After the system is constructed, the test decides if the goal of the project has been fulfilled.

Results of Applying Neural Network approach to Inventory Control indicate that it has high potential.

References

1. Paul S.K. An artificial neural network model for optimization of finished goods inventory / S.K. Paul, A.Azeem // International Journal of Industrial Engineering Computations. – 2011. – № 2. – P. 431-438.

УДК 519.854.33

Андрашко Ю.В., Кузка О.І.
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
andrashkojv@gmail.com

ТОЧНІ МЕТОДИ РОЗВ’ЯЗАННЯ КОНКУРЕНТНОЇ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ З НЕПОВНИМ РОЗПОДІЛОМ РИНКУ

У роботах [2, 3] розглянуто кілька модифікацій конкурентної задачі розміщення, зокрема різні варіанти надання переваг клієнтами. Побудовано їх математичні моделі. В результаті отримано багатокритеріальні моделі булевого програмування. Хоча цільові функції і більшість обмежень є лінійними, але безпосереднє розв’язання отриманих задач класичними методами є неефективним через значну кількість дискретних змінних та обмежень. Це підштовхує до побудови спеціальних алгоритмів, як точних так і наближених.

В роботі розглядаються три стратегії, які може застосувати Лідер для максимізації свого прибутку в рамках моделі конкурентної задачі розміщення з неповним розподілом ринку, у випадку присутності на ньому двох фірм, постановку якої можна знайти в [2]: максимінна, стратегія мінімальних втрат і Штакельберга [1]. На основі цих стратегій побудовані точні методи знаходження розв’язку відповідної задачі.

Притримуючись максимінної стратегії Лідер захищає себе від найгіршого сценарію. Він прагне, щоб прибуток був максимальним, незалежно від того, де Конкурент відкриє свої підприємства. Для кожного фіксованого набору підприємств, відкритих Конкурентом маємо однокритеріальну задачу розміщення з перевагами. Розв’язавши її, ми знайдемо величину прибутку, яку Лідер отримав би у випадку даного розміщення своїх підприємств Конкурентом. В гіршому випадку, матимемо дохід, рівний найменшій з цих величин. І саме його необхідно максимізувати. Ця стратегія також відома як стратегія гарантованого прибутку або песимістична стратегія.

Згідно другої стратегії Лідер мінімізує свої втрати від дій Конкурента. Для того, щоб визначити втрати апостеріорно, Лідер повинен знати, який дохід він мав би, якщо б знав про розміщення підприємств Конкурента апріорі. Визначивши втрати для кожного із можливих розміщень Конкурента, можемо мінімізувати найбільшу з них.

Описані вище стратегії використовують підхід, що застосовується в моделях гри з природою. Вони розглядають вибір Конкурента як невизначену величину. Але Конкурент розміщує свої підприємства свідомо, спираючись на вже відоме розміщення Лідера. Третя стратегія базується на ігровій моделі Штакельберга і полягає у визначенні множини таких пунктів, відкриття підприємств в яких Конкурентом дозволить переманити клієнта. Відповідна множина знаходиться для кожного клієнта окремо. На основі цих множин і будується остаточне розміщення підприємств Лідером.

Для кожної стратегії побудовано математичну модель в загальному випадку. Проте, враховуючи значну обчислювальну складність їх розв’язання, чисельні експерименти проводились тільки для випадку, коли Конкурент відкриває єдине підприємство. Встановлено перевагу стратегії Штакельберга над іншими.

Список літератури

1. Plastria F., Vanhaverbeke L. – Discrete models for competitive location with foresight // Computers and Operations Research. – 2008. – V. 35, – P. 683-700.
2. Андрашко Ю.В., Кузка О.І. Деякі конкурентні задачі розміщення // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія матем. і інформатика. – 2012. (*подано до друку*).
3. Кочетов Ю.А. Методы локального поиска для дискретных задач размещения. – Новосибирск: НГТУ, 2009. – 267 с.

УДК 519.81

Антосяк П.П.
ДВНЗ "Ужгородський національний університет"
antosp@ukr.net

ПАРАЛЕЛЬНА РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУР ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ ВАРІАНТІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ ЛІНІЙНОГО ВПОРЯДКУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Задача лінійного впорядкування альтернатив (ЗЛВА) – це NP-складна задача комбінаторної оптимізації з широким застосуванням у колективному прийнятті рішень, плануванні, економіці та бізнесі. Цю задачу можна сформулювати наступним чином.

Кожна перестановка $p=(p_1,...,p_{n_A})\in\Omega$ однозначно визначає деяке лінійне впорядкування множини альтернатив $A=\{a_1,...,a_{n_A}\}$. Нехай e_{ij} – ціна розміщення альтернативи a_i перед альтернативою a_j у лінійному порядку, $\forall\ i,j\in\{1,...,n_A\}$, $i\neq j$. ЗЛВА полягає у знаходженні такої перестановки p^*, при якій досягається максимальна сумарна ціна, тобто

$$\text{\textit{знайти}}\ \ p^*\in Arg\max_{p\in\Omega}\left\{E(p)=\sum_{i=1}^{n_A-1}\sum_{j=i+1}^{n_A}e_{p_ip_j}\right\}. \tag{1}$$

Для задачі (1) розроблено ряд процедур, які ґрунтуються на ідеології послідовного аналізу та відсіювання варіантів (В.С. Михалєвич, В.Л. Волкович, О.Ф. Волошин). Зокрема побудовано процедури, які дозволяють звузити множину можливих позицій альтернатив у оптимальних перестановках, що є розв'язками ЗЛВА [1] та процедури, які дозволяють зафіксувати факт переваги однієї альтернативи над іншою у порядку переваг, що відповідає оптимальному розв'язку ЗЛВА. Для ЗЛВА у еквівалентній постановці задачі булевого програмування шляхом аналізу роботи процедури W, яка є основою схем послідовного аналізу та відсіювання варіантів без покрокового конструювання варіантів для задач дискретної оптимізації, отримано адаптовану для ЗЛВА процедуру W [2]. Також розроблено декомпозиційні процедури для ЗЛВА, які дають можливість звести початкову задачу до розв'язання декількох однотипних задач меншої розмірності [3].

У [4] наводяться результати обчислювальних експериментів, які проводилися з метою дослідження ефективності пропонованих процедур послідовного аналізу варіантів.

Пропонується паралельна реалізація процедур послідовного аналізу варіантів з використанням технології MPI. Розглядаються різні моделі паралельного відсіву безперспективних варіантів. Наводяться результати обчислювального експерименту.

Література

1. Антосяк П. П. Локалізація інтервалів зміни оптимальних рангів об'єктів у задачі знаходження медіани Кемені-Снелла / П. П. Антосяк // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Кібернетика – 2008. – №8. – С. 4–7.
2. Антосяк П. П. Алгоритм послідовного аналізу та відсіювання варіантів для задачі лінійного впорядкування альтернатив / П. П. Антосяк // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2009. – Вип. 18. – С. 4–8.
3. Антосяк П. П. Декомпозиційні процедури у задачі знаходження строгого результуючого ранжування у вигляді медіани Кемені-Снелла / П. П. Антосяк // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2008. – Вип. 17. – С. 27–35.
4. Антосяк П. П. Результаты экспериментального исследования эффективности алгоритма последовательного анализа вариантов для задачи линейного упорядочения альтернатив / П. П. Антосяк // International Journal "Information Technologies & Knowledge". − 2012. − Vol.6, Number 1. − С. 75−80.

УДК 517.957

Бабич М. Д.
Український державний університет фінансів та міжнародної торгівлі
e-mail myhailo.babych@gmail.com

МНОГОЕКСТРЕМАЛЬНІ ЗАДАЧІ В ПРОБЛЕМІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу актуальними являються питання прийняття рішень. З точки зору прикладної математики прийняття рішень в якійсь проблемі еквівалентно знаходженню розв'язків математичної моделі, що характеризує цю проблему, зокрема, досліджуване природниче явище або якийсь технологічний процес. Дійсно, практика створення нових матеріалів, технологічних процесів, технічних систем поряд з використанням нових наукових ідей, хімічних матеріалів, фізичних ефектів, що визначають властивості і структуру створюваного об'єкта, передбачають вибір найкращого поєднання значень параметрів цього об'єкта за різними критеріями, наприклад, за геометрією, розміром, фізичними властивостями і т. д.

Оскільки різні набори значень параметрів-компонент досліджуваного об'єкта (за фіксованої загальної їх структури, обмежень на складові елементи та їх компоновку) будуть давати різні значення функціоналу якості, який може характеризувати вартість об'єкта, його об'єм, міцність створюваного матеріалу і т. п., то природно виникає задача вибору оптимального за заданими критеріями розв'язку. У зв'язку з цим з точки зору прикладної математики актуальним є питання знаходження множини розв'язків кожної такої задачі, що відповідають різним наборам параметрів даної задачі, які відображають різні критерії якості явища або технологічного процесу, описаного даною математичною моделлю.
Математичними моделями, що описують реальні природничі явища і технологічні процеси можуть бути нелінійні задачі з багатьма розв'язками, зокрема, різного роду нелінійні функціональні рівняння, диференціальні рівняння, інтегральні рівняння та задачі глобальної многоекстремальної оптимізації.

Основною проблемою при наближеному розв'язуванні таких задач, зокрема нелінійних рівнянь, є знаходження усіх розв'язків таких задач. Ця проблема є дуже складною, про що свідчить той факт, що до цього часу немає універсального методу її повного розв'язання.

Постановка задачі. Загальна постановка нелінійної многоекстремальної задачі в розумінні глобальної оптимізації (прийняття рішень) полягає в наступному: знайти всі екстремальні значення разом з глобальними значеннями оптимуму (мінімуму, максимуму або обох разом) багатоекстремального нелінійного функціоналу $\varphi(u)$ на допустимій замкненій множині $\bar{Q} \subset H$, де H - гільбертів простір, тобто потрібно знайти елементи u_*^i та u_j^* (i,j-скінчені числа), які забезпечують відповідно мінімальні $\varphi_i(u_*^i)$ та максимальні $\varphi_j(u_j^*)$ значення для $\varphi(u)$ і серед них глобальні мінімум і максимум, тобто

$$u_* = \min_i \varphi(u_*^i), \qquad u^* = \max_j \varphi(u_j^*). \qquad (1)$$

Якщо функціонал $\varphi(u)$ настільки складний, що знайти безпосередньо всі точки мінімуму і максимуму не представляється можливим, тоді здійснюється перехід до послідовності більш простих функціоналів $\varphi_n(u)$, які у певному розумінні апроксимують $\varphi(u)$ і які більш зручні для обчислення і знаходження точок екстремуму u_*^i та u_*^j. В цьому випадку задача (1) ставиться для функціоналів $\varphi_n(u)$, тобто підлягають відшуканню елементи $u_*^{i_n}$ і $u_{j_n}^*$, які забезпечують для функціоналів $\varphi_n(u)$ знаходження всіх точок екстремуму та виділення із них глобальних точок мінімуму і максимуму, тобто

$$u_*^n = \min_i \varphi_n(u_*^{i_n}), \qquad u_n^* = \max_j \varphi_n(u_{j_n}^*). \qquad (2)$$

Теоретично зв'язок між задачами (1) і (2) відображають дві теореми: перша теорема характеризує розв'язність (при довільному або достатньо великому n) послідовності

наближених функціоналів $\varphi_n(u)$ за даними розв’язності функціоналу $\varphi(u)$ і збіжність методу переходу до послідовності наближених функціоналів $\varphi_n(u)$. Друга теорема визначає розв’язність вихідної задачі $\varphi(u)$ на основі розв’язності (при кожному допустимому фіксованому значенні параметра апроксимації n) наближеної задачі $\varphi_n(u)$ і апостеріорну оцінку близькості відповідних розв’язків вихідної задачі $\varphi(u)$ та апроксимаційної задачі $\varphi_n(u)$.

Вибір наближеного методу глобальної оптимізації задач (1), (2) суттєво залежить від структури і диференціальних властивостей функціоналів $\varphi(u)$ і $\varphi_n(u)$. Наприклад, якщо про ці функціонали нічого крім неперервності невідомо, то кращого методу як метод перебору на допустимій множині Q не існує. Якщо ж функціонали $\varphi(u)$ і $\varphi_n(u)$ неперервно диференційовні, то реалізуючи необхідну умову екстремуму, ці задачі можна звести до задач точного або наближеного розв’язування функціональних рівнянь

$$\varphi'(u) = 0 \ \text{ або } \ \varphi'_n(u) = 0 \qquad (3)$$

У випадку, якщо ці рівняння представляють системи нелінійних скалярних рівнянь (СНСР), для їх глобального розв’язання в заданій області $\bar{Q}$ доцільно застосувати εs-алгоритм [1]. Наведемо основні елементи цього алгоритму, який реалізує відокремлення всіх розв’язків СНСР в заданій області $\bar{Q}$. Нехай (3) представляють СНСР n -го порядку виду

$$u_i = f_i(u_1, u_2, ..., u_n), i = 1, 2, ..., n; \qquad (4)$$

де функції $f_1, f_2, ..., f_n$ визначені і двічі неперервно диференційовні на деякій обмеженій замкненій множині $\bar{Q}_n$ дійсного арифметичного n-вимірного простору E_n, метризованого елементами деякої множини R, тобто кожній парі точок $u, v \in E_n$ ставиться у відповідність елемент $\rho(u, v) \in R$, що характеризує віддаль між u і v.

Представимо систему (4) в операторній формі

$$F(\bar{u}) = \bar{u} - \bar{F}(\bar{u}) = 0 \qquad (5)$$

де $\bar{u} = (u_1, \bar{u}_2, ..., \bar{u}_n) \in E_n$-вектор, $\bar{F}(\bar{u}) = (f_1(\bar{u}), f_2(\bar{u}), ..., f_n(\bar{u}))$ -вектор-функція.
Припустимо, що всі розв’язки $\{\bar{u}_j^*\}(j = 1, 2, ..., m)$ системи (4), (5) належать кубу

$$\bar{R} = \{\bar{u} = (u_1, u_2, ..., u_n) : a_i \le u_i \le b_i (i = 1, 2, ..., n), -\infty \prec a \prec b \prec +\infty; d = b - a\}.$$

Для відокремлення всіх розв’язків системи (5) застосовується εs -алгоритм, суть якого полягає у наступному: куб $\bar{R}$ покривається послідовністю ε_k-сіток, елементи $\bar{u}_i^k$ яких оператором $\bar{F}$ відображаються у відповідні елементи $\bar{F}(\bar{u}_i^k) \in \bar{R}$ γ_k-сіток. При виконанні умов малості нев’язки $\rho(\bar{u}_i^k, \bar{F}(\bar{u}_i^k)) \to 0$ при $k \to \infty$ та близькості елементів $\bar{u}_i^k$ і $\bar{F}(\bar{u}_i^k)$ на двох послідовних ε_k-сітках будуються із елементів $\bar{u}_i^k$ множини розв’язувальних послідовностей, які апроксимують різні точні розв’язки, згущуючись навколо них і при $k \to \infty$ збігаються до них. Цей процес закінчується тоді, коли в кожній такій множині послідовностей виявиться елемент $\bar{u}_i^k$, на якому досягається оптимум функціонала $\varphi(u)$ (мінімум або максимум), або він забезпечує виконання достатніх умов теореми існування єдиного розв’язку в деякій підобласті $\bar{R}_j$ і гарантує збіжність вибраного ітераційного методу для уточнення розв’язків [2].

Оскільки на отриманих розв’язках рівняння нев’язка характеризує відповідний стан досліджуваного об’єкта, то ясно, що різні розв’язки будуть давати різні значення характеристики складовим цього об’єкта. В результаті виникає можливість приймати рішення за різними критеріями, тобто вибирати з множини розв’язків той, який найкраще задовольнятиме вимоги, що з точки зору практики ставляться до складових параметрів досліджуваного об’єкта.

1. Бабич М.Д., Шевчук Л.Б. Об одном алгоритме приближенного решения систем нелинейных уравнений// Кибернетика.-1982.-№2.-С.74-79.
2. Бабич М.Д., Гецко А.М. О точности и вычислительной сложности алгоритмов численного решения некоторых классов задач глобальной оптимизации//УСиМ.-2007.-№5.-С.29-37.

УДК 51(075.8)

Белько И.В., Криштапович Е.А.
Белорусский аграрно-технический университет
Krischtapovich@gmail.com
А.О.Гладышев
УЗ Минский городской клинический онкодинспансер

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ДИАГНОСТИКЕ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ

На базе Минского городского клинического онкодиспансера создана экспертная система по диагностике заболеваний. Нашей целью является статистическая проверка эффективности этой системы на основе результатов клинических испытаний.

Результаты клинических испытаний приведены в таблице.

Таблица

Результаты клинических испытаний экспертной системы

Гистологическое заключение	Совпадение с гистологическим заключением диагноза, да/нет		Эффективность дифференцированной диагностики, %		Эффективность верификации диагноза рак щитовидной железы, %	
	Экспертная система (ЭС) б/з	Рутинная цитология (РЦ) б/з	Экспертная система	Рутинная цитология	Экспертная система	Рутинная цитология
Папиллярный рак (Пр)	20/0	20/0	100	100	100	100
Фолликулярный рак (Фр)	19/1	0/20	95	0	95	0
Фолликулярная аденома (Фа)	20/0	0/20	100	0	100	0
Узловой коллоидный зоб (Укз)	15/5	20/0	75	100	100	100
Диффузный токсический зоб (Дтз)	17/3	1/19	95	5	100	100
Аутоиммунный тиреоидит (Ат)	13/7	19/1	65	95	100	100
Итого	104/16	60/60	87	50	99,2	66,7

В таблице отражены данные о 120 пациентах, которые согласно гистологическому заключению (ГЗ) больны одной из форм заболеваний щитовидной железы.

Для статистических расчетов к данным таблицы мы добавляем контрольную группу из 60 здоровых лиц.

Мы проведем сравнительный анализ заключений о подтверждении или отрицании заболеваний по данным экспертной системы (ЭС) и рутинной цитологии (РЦ).

В основе нашего метода лежит статистическая проверка гипотез о сравнении долей признака и о равенстве доли признака генеральной доле. В нашем случае генеральная доля p=120/180=0,667. В качестве основной гипотезы H_0 выступает гипотеза о равенстве долей и гипотеза о числовом значении доли. Сравнение заключений о заболевании на основании ЭС и РЦ проводится также построением доверительных интервалов для долей на двух уровнях

доверия $\gamma_А$=0,95 и $\gamma_Б$=0,99. Для различных видов заболеваний проводится проверка гипотезы о равенстве доли заболевания генеральной доле.

1. Построение доверительных интервалов для долей заболеваний на основании заключений ЭС и РЦ.

Мы задаем два уровня доверительной вероятности $\gamma_А$=0,95 и $\gamma_Б$=0,99. Выборочная доля ω заболеваний по результатам клинических испытаний 180 пациентов по заключению ЭС равна ω=104/180=0,578, по заключению РЦ – ω=60/180=0,333. Критические значения статистики на уровнях А) и Б) по таблицам значений функции Лапласа равны соответственно $t^{А}_{кр.}$=1,96, $t^{Б}_{кр.}$=2,585.

Стандартна ошибка выборки $\sigma_\omega = \sqrt[2]{\dfrac{\omega(1-\omega)}{n}}$ равна соответственно: для ЭС – σ_ω=0,0368; для РЦ – σ_ω=0,035.

Предельная ошибка выборки $\Delta=t_{кр} \cdot \sigma_\omega$ равна соответственно: для ЭС – Δ=0,072 на уровне А и Δ=0,095 на уровне Б; для РЦ – Δ=0,0686 на уровне А и Δ=0,09 на уровне Б.

Доверительный интервал для выборочной доли p заболеваний (ω-Δ, ω+Δ) по заключению ЭС равен: на уровне А – (0,506; 0,65); на уровне Б – (0,483; 0,673).

По заключению РЦ доверительный интервал равен: на уровне А – (0,264; 0,402); на уровне Б – (0,243; 0,423).

Вывод: только по заключению ЭС доверительный интервал уровня $\gamma_Б$=0,99 накрывает генеральную долю p=0,667.

Для заключения РЦ доверительные интервалы уровней $\gamma_А$ и $\gamma_Б$ не накрывают генеральной доли заболеваний.

Значит ЭС эффективнее выявляет долю заболеваний по сравнению с РЦ.

2. Проверка гипотезы H_0 о равенстве выборочной доли ω выявленных заболеваний генеральной доле p по заключению ЭС и по заключению РЦ**.**

Для уровня доверительной вероятности $\gamma_Б$=0,99 критическое значение t-статистики $t_Б$=2,58. Статистика для проверки гипотезы H_0 находится по формуле

$t = \dfrac{(\omega - p)\sqrt{n}}{\sqrt{p(1-p)}}$., где p=0,667, n=180, ω=0,578 или ω=0,333.

Для случая ЭС: t=-2,54; $|t|<t_Б$.

Гипотеза H_0 принимается, это значит, что данные ЭС не противоречат тому, что доля заболеваний, выявленных ЭС, равна генеральной доле.

Для случая РЦ: t=-9,5; $|t|>t_Б$.

Гипотеза H_0 отвергается в пользу альтернативной гипотезы. Это означает, что данные РЦ о доле заболеваний противоречат тому, что эта доля равна генеральной доле.

Общий вывод: заключение ЭС более адекватно соответствует истинному по сравнению с заключением рутинной цитологии.

Литература

1. Gujarati D.N. Basic Econometrics. – N.Y.: McGraw-Hill, 1995. – 838p.
2. Н.Ш. Кремер. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 543с.

УДК 338.27

Берзлев О.Ю.
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
e-mail: berzlev@gmail.com

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОГНОЗНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКУ НА ТОВАРНОМУ РИНКУ

В роботі запропонована схема прогнозування і прийняття рішень на товарному ринку, яка включає багаторівневий комплекс адаптивних моделей прогнозування та модель прийняття торгових рішень (модель знаходження точок розвороту, точок входу на ринок і виходу з нього). Ця модель використовується для мінімізації помилок в управлінні капіталом і максимізації прибутковості операцій. Крім того, пропонується універсальний метод оцінки її якості на основі коефіцієнта нагромадження, який аналізує потенціал прибутковості стратегій на конкретному часовому ряді.

Ставиться задача оцінки ризику фінансового інвестування у товарні активи. Під товарними активами будемо розуміти різноманітні сировинні товари, якими торгують на товарній біржі: нафта, метали, зерно, кава і т.д. Задача оцінки ефективності інвестування представляє собою складну процедуру послідовного аналізу різного роду економічних і математичних показників, розрахунок яких залежить в тому числі і від типу інвестицій. Будемо розглядати інвестиції, які представляють собою потік платежів первинних виплат і подальших надходжень при вкладання коштів у товарні активи і виконанні спекулятивних операцій на ринку. Задача, яка ставиться перед суб’єктом ризику, в даному випадку інвестором, полягає у виборі з множини можливих товарних активів таких, інвестування фінансових ресурсів в які забезпечило б максимальний економічний ефект відповідно до вимог суб’єкта з врахуванням фінансових ризиків. Під фінансовими ризиками будемо розуміти ризики, пов’язані з операціями з фінансовими активами.

Оцінювання альтернативних варіантів інвестування відповідно до вимог суб’єкта ризику можна здійснювати за допомогою фрактального аналізу ринку та на основі аналітично-розрахункових методів. Суть аналітично-розрахункового методу полягає в порівнянні коефіцієнтів нагромадження моделі прийняття торгових рішень і потенціалів, зокрема абсолютного потенціалу часового ряду, на якому реалізується дана модель. Знаючи максимальний теоретичний прибуток, який можна отримати на даному часовому ряді і який неможливо перевершити, можна оцінити потенційні прибутки конкретної моделі прийняття торгових рішень. Для графіка коефіцієнта нагромадження будуються верхня і нижня асимптоти. Верхня асимптота (характеристика, яка визначає мету) показує максимальний теоретичний прибуток, який неможливо досягти, але до якого треба прагнути. А нижня асимптота (характеристика, яка визначає обмеження знизу) визначає коефіцієнти нагромадження наївного алгоритму, який не використовує жодну модель прогнозування і знаходить точки відкриття і закриття позиції, виходячи лише з означення вершини і дна ринку.

На основі проведених експериментів можна зробити висновок, що чим більше відношення середнього нагромадження моделі прийняття торгових рішень (на одну операцію) до середнього нагромадження абсолютного потенціалу, тим менш ризикованим для інвестування є актив.

Оцінювання ризику інвестування було реалізовано також на основі фрактального аналізу ринку. Для кожного з рядів, які відповідають визначеним активам, було проведено процедуру R/S-аналізу, розраховані показники Герста (встановлені ступені персистентності, антиперсистентності і випадковості часових рядів), досліджені статистичні цикли, розрахована середня величина циклу (довжина пам’яті). Отримані результати цілком відповідають результатам оцінок активів на основі аналітично-розрахункового методу за допомогою коефіцієнта нагромадження.

УДК 621.375.8

Білан С.М., Білан С.С., Піневич Т.О.
Державний економіко – технологічний університет транспорту,
м. Київ, E-mail: bstepan@ukr.net, Тел. (044) 591-51-27, Україна

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОПТИЧНИХ СВІТЛОВОДІВ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ОПТИЧНОГО ПУЧКА НА ЇХ ВИХОДАХ

При встановленні оптико – волоконних систем у безпосередньому наближенні до абоненту виникає потреба використання волоконних кабелів та їх зростків. Волоконні кабелі та відводи повинні бути прості у виготовленні та мати низький коефіцієнт оптичних втрат. Відомо, що в процесі виготовлення одномодового оптичного волокна строгий контроль його діаметру та еліптичності є головним фактором щодо виконання заданих вимог.

В зв'язку з широкими темпами впровадження оптичних світловодів виникає необхідність постійного вимірювання та контролю їх основних параметрів. Одним з таких параметрів є діаметр оптичного світловоду, який вимагає постійного контролю як при експлуатації так і при його виготовленні. Існуючі методи оцінки та вимірювання діаметру оптичних світловодів мають цілу низку недоліків, які характеризуються застосуванням високоточного оптичного обладнання з високими вимогами до калібрування. В більшості такі методи полягають у пропусканні оптичного сигналу через світловод та подальшій оцінці інтерференційної картини.

Робота присвячена аналізу та дослідженню існуючих підходів щодо вимірювання та контролю діаметру оптичного волокна, а також оцінки його еліптичності. Розроблена система вимірювання та оцінювання діаметру оптичного світловоду із застосуванням технологій клітинних автоматів. В системі побудована порівняльна програмна модель ефективних методів аналізу параметрів лазерного випромінювання, а саме пошуку центрів контурів зображень лазерних профілів та визначення діаметру лазерного пучка.

Порівняльна програмна модель ефективних методів аналізу параметрів лазерного випромінювання має модульну структуру, показану на рис. 1.

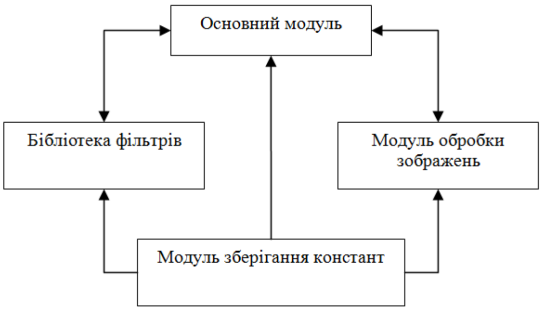


Рис. 1. Модульна структура порівняльної програмної моделі ефективних методів аналізу параметрів лазерного випромінювання.

Основний модуль моделі містить точку входу в програму, а також виконує основну логіку роботи програмної моделі. Бібліотека фільтрів використовується для попередньої обробки зображень, надаючи для цього відповідну функціональність до основного модуля. Аналіз параметрів лазерного випромінювання проводиться безпосередньо у модулі обробки зображень. Модуль зберігання констант містить усі необхідні константи для роботи програмної моделі.

Порівняльна програмна модель ефективних методів аналізу параметрів лазерного випромінювання створена за допомогою мови програмування Java.

Також у програмній моделі використовується безкоштовно розповсюджувана бібліотека фільтрів зображень від стороннього виробника. Вона відповідає модулю бібліотеки фільтрів програмної моделі.

УДК: 338.27:004.942:336.748.12

Білан М.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
email : mariana_bilan@ukr.net

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВИХ КРИЗ

Вступ. Протягом багатьох років для аналізу фінансових процесів будувались і використовувались моделі розвитку економік, які базувались, в основному, на використанні методів математичної статистики. На основі статистичних даних можна виявляти певні закономірності, тенденції і прогнозувати подальшу поведінку того чи іншого процесу. Такого виду методи працюють, якщо розглядувані процеси є лінійними і монотонними. Однак існують процеси, які мають властивості стрибкоподібного характеру. Це означає, що майбутній розвиток такого процесу не є простою екстраполяцією минулого. Тому методи кількісного прогнозування не є адекватними для дослідження поведінки таких явищ, до яких в повній мірі відносяться фінансові кризи. Методи, які застосовуються для прогнозування мають кількісний характер та спираються на статистичні дані. Пропонується ж на ряду з кількісними методами використовувати методи якісного характеру.

Для вирішення проблеми прогнозування таких процесів пропонується розглядати якомога більше факторів (що приводить до “ прокляття розмірності ”), які впливають на досліджуваний процес, а також враховувати неточність і нечіткість значень параметрів моделі. Проблема полягає не в знаходженні з довільною точністю розв’язку (при неточних даних!), а в його “локалізації ” – визначення інтервалів зміни компонент розв’язку (які, звичайно, залежать від точності представлення даних). В ідеалі бажано досягнути максимальної локалізації – мінімальних (за деякою метрикою) інтервалів невизначеності.

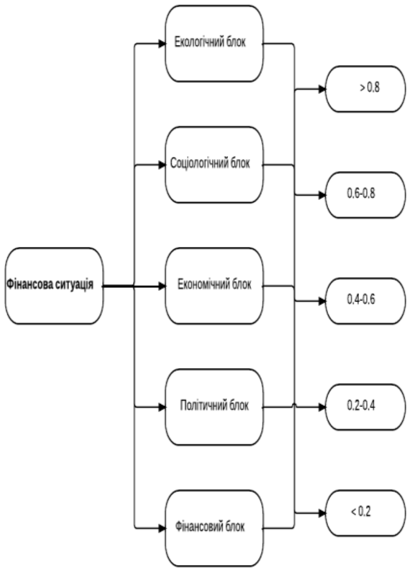
Зокрема, одним із способів аналізу фінансових ситуацій є використання дерев прийняття рішень, в яких вказуються фактори,які впливають на досліджуваний процес. Крім того, доцільно використовувати теорію нечітких множин для оцінки ваг чинників, оскільки точні дані нам недоступні, аналіз проводиться на основі опитування експертів, а тому їхні відповіді часто мають нечіткий характер, наприклад, “ так”, “ ні ”, “ можливо ”.

Слід зазначити, що використання суто експертних методів теж не вихід із даної ситуації, тому для досягнення кращого результату необхідно об’єднувати як кількісні, так і якісні методи. Пропонується до аналізу фінансових ризиків включати не тільки методи опрацювання нечіткого дерева рішень, тобто знаходження оптимальних (найкоротших чи найдовших) шляхів, але і доповнювати ці знання моделями для відповідних факторів.

Побудова інформаційної моделі прогнозування ймовірності виникнення фінансової кризи. Розглянемо проблему аналізу фінансових ризиків. Для дослідження цього процесу використаємо нечітке дерево рішень, зображене на Рис.1. Усі фактори, які впливають на досліджуваний процес, розділяють на блоки: фінансовий, економічний, екологічний, соціальний, політичний. У листках дерева – достовірність виникнення кризи – числа від 0 до 1. Будуються піддерева, потім досліджується взаємодія між ними.

Для аналізу фінансових ризиків виділяють такі основні підпроблеми:

- Економічні – обсяг виробництва, ціни на енергоносії, темпи заборгованостей тощо;
- Політичні – політичні кризи в провідних державах світу, міжнародні конфлікти, тінізація економіки, антимонопольна політика тощо;
- Соціальні – старіння населення, страйки, мітинги, війни, рівень смертності тощо;
- Екологічні – широкомасштабні епідемії, природні катаклізми тощо;
- Фінансові – фінансово-бюджетна політика, інфляція, грошово-кредитне регулювання тощо.



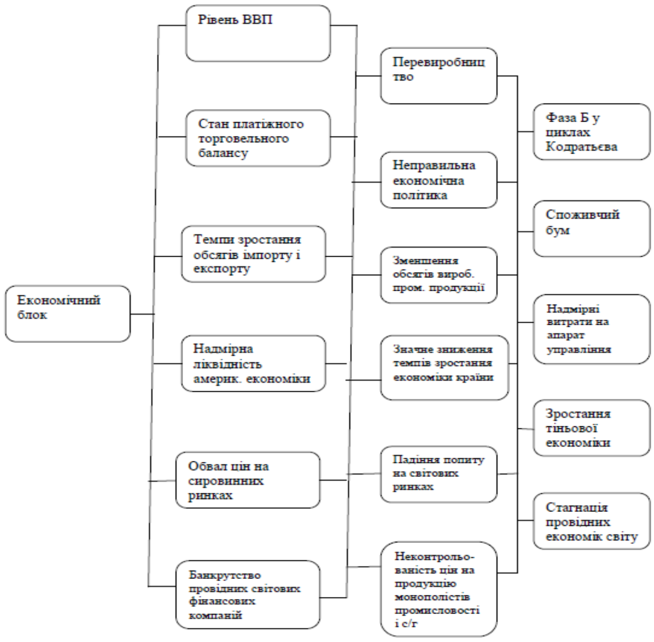


Рис. 1. Нечітке дерево рішень   Рис. 2. Економічний блок

На Рис.2 більш детально розглянуто економічний блок як важливий чинник, що впливає на фінансову ситуацію в країні.

Висновки. Методи математичної статистики та регресійного аналізу, як було з'ясовано, не придатні для прогнозування нестабільних процесів, які характеризуються революційністю та стрибкоподібністю змін та не мають достатньої передісторії. Також з'ясовано, що для подолання цієї проблеми необхідно створити інструментарій, який би використовував знання людини, тобто базувався на використанні експертної інформації.

Автор дякує проф. Волошину О.Ф. за постановку задачі і надані консультації.

Література

1. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень.-К: ВПЦ ,, Київський університет '', 2010 - 334 с.
2. Волошин А.Ф., Сатыр В.В. Проблемы прогнозирования экономических макропараметров // Праці " XIII-th International Conference "Knowledge – Dialog – Solution" ", том1, София, 2007. -С.264-269.
3. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации.- Москва: «Наука», 1981.-208с.
4. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: Современный подход.- Москва: Издательский дом «Вильямс», 2005.-1408с.
5. Волошин А.Ф. Метод локализации области оптимума в задачах математического программирования // Доклады АН СССР, Т.293, №3, 1987.

УДК 658.012:681.32

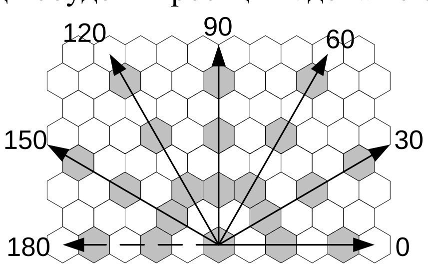
Білан С.М., Моторнюк Р.Л.
Державний економіко – технологічний університет транспорту,
м. Київ, E-mail: bstepan@ukr.net, Тел. (044) 591-51-27, Україна

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ РАДОНА У КЛІТИННИХ АВТОМАТАХ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СИМВОЛІВ З ВЕЛИКИМИ РІВНЯМИ ЗАШУМЛЕНОСТІ

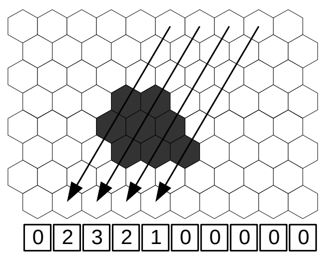
В наш час в різних галузях життєдіяльності розробляються та впроваджуються автоматичні інтелектуальні системи, які, на основі аналізу відеозображення певної зорової сцени, повинні правильно ідентифікувати чи розпізнати об’єкт та прийняти відповідне рішення чи виконати певну дію. Це можуть бути, наприклад, на автомобільних шляхах системи відеоспостереження, які повинні зчитувати номерні знаки автомобілів і перевіряти їх на предмет знаходження в розшуку; на залізничному транспорті – системи зчитування бортових номерів вантажних вагонів для ведення обліку та стеження за їх переміщенням та ін. Ключовим у вирішенні цих завдань є процес розпізнавання символів (цифр, літер), з яких складається номер. Причому, в залежності від реальних умов отримання відеозображення (на відміну від ідеальних зображень, отриманих в штучних умовах) та від стану нанесених символів, якість вхідних даних може бути досить низькою: висока зашумленість зображення вцілому, спотвореність, нечіткість та порушення цілісності контурів самих символів – все це значно ускладнює, а в деяких випадках і взагалі унеможливлює процес ідентифікації.

Допомогти у вирішенні цих завдань можуть клітинні автомати, концепцію яких вперше запропонував видатний американський учений Джон фон Нейман [1], та реалізоване на їх основі перетворення Радона [2]. Клітинні автомати, завдяки паралельній архітектурі, здатні забезпечити високу швидкодію, достатню для виконання операцій розпізнавання в режимі реального часу. Математик І. Радон [3] запропонував метод відновлення (реконструкції) багатомірних функцій за їх інтегральними характеристиками, тобто метод рішення зворотної задачі інтегральної геометрії. Принцип перетворення Радона лежить в основі багатьох засобів обробки інформації (томографія в медицині, обробка зображень, сейсмологічні дослідження та інші) [2,4–6]. Фізичний зміст перетворення Радона для двомірного бінарного зображення полягає в знаходженні суми пікселів, що формують дане зображення, вздовж прямої по певному напрямку. Результатом таких перетворень будуть радонівські проекції або масиви числових значень, які можна розглядати як характеристичні ознаки зображень і використовувати в алгоритмах розпізнавання та ідентифікації образів.

У клітинному автоматі (КА), який має гексагональне покриття, можна виділити шість «вроджених» природних напрямків, утворених геометричними особливостями даної структури. На рис. 1,а зображено фрагмент такого клітинного середовища, на якому стрілками вказані напрямки, що відповідають кутам 0°, 30°, 60°, 90°, 120° та 150°. Пунктирною стрілкою вказано напрямок 180°, який є «дзеркальним» до напрямку 0°, на рис.1,б – приклад побудови проекції Радона по одному з напрямків.



а)



б)

Рис 1. а) – напрямки гексагонального покриття, б) – побудова проекції Радона.

Цю особливість гексагональної решітки було використано для побудови моделі КА, який апаратно виконує перетворення Радона з дискретом кутів в 30° по 6 напрямках.

Для перевірки працездатності клітинного автомату, та дослідження особливостей виділених характеристичних ознак, було написано спеціальну програму моделювання. На рис. 2 показано перетворення Радона зображення літери «А», що має співвідношення сигнал/шум (зліва направо) без шуму; 8,84 дБ; 5,17 дБ; 1,98 дБ; -0,74 дБ; -3,55 дБ.

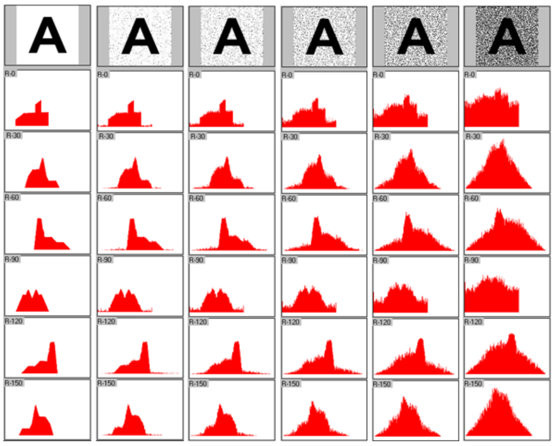


Рис 2. Проекції Радона для зображень з різною інтенсивністю зашумленості.

В результаті обробки зображень із співвідношенням сигнал/шум 1…2 дБ відсоток вірного розпізнавання символів складав 97%. Але найбільший ефект перетворення Радона дає при вирішенні завдання пошуку прямих ліній – в цьому випадку вірний результат отримується навіть для зображень, що мають співвідношення сигнал/шум на рівні -3…-5дБ.

Висновки. Моделювання алгоритму роботи КА з гексагональним покриттям, який виконує перетворення Радона, показало стійкість виділених характеристичних ознак до спотворень та розривів контуру символу та зашумленості зображення, що дає змогу зробити висновок про можливість застосування даного підходу для розпізнавання та ідентифікації сильно зашумлених зображень, отриманих в несприятливих умовах зйомки.

Моделювання в середовищі Active-HDL показало достатньо високу швидкодію (завдяки паралельності виконуваних обчислень) функціонування КА та його надійність, що дає можливість апаратної реалізації перетворення Радона в КА з гексагональним покриттям і використання результатів його роботи у режимі реального часу для вирішення задач розпізнавання та ідентифікації зображень символів, а також для знаходження прямих ліній та відрізків на зображеннях.

Література

1. Фон Нейман Дж. Теория самовоспроизводящихся автоматов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1971; В оригинале: von Neumann J. Theory of Self-Reproducing Automata: Edited and completed by A. Burks. – University of Illinois Press, 1966.
2. Toft P. The Radon Transform: Theory and Implementation // PhD thesis, Dept. of Math. Modelling Section for Digital Signal Processing, Technical Univ. of Denmark, 1996.
3. J. Radon.Uber die Bestimmung von Funktionen durch ihre Integralwerte langs gewisser Mannigfaltigkeiten. Berichte Sachsische Akademie der Wissenschaften, Leipzig, Mathematisch-Physikalische Klasse, 69:262–277, 1917.
4. Кобасяр М.І., Русин Б. П. Детектування кривих з бінарних зображень за допомогою перетворення Радона // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Радіоелектроніка та телекомунікації”. – 2001. №428.– с.6-9.
5. Баранов В.Г., Храмов А.Г. Дискретное веерное преобразование Радона в задаче выделения центров ветвей сетчатых структур// Институт систем обработки изображений РАН “Компьютерная оптика”. - 2002. - Выпуск 23. - с.44-47.
6. Грузман И.С. Математические задачи компьютерной томографии. Соросовский образовательный журнал, том 7, №5. 2001.

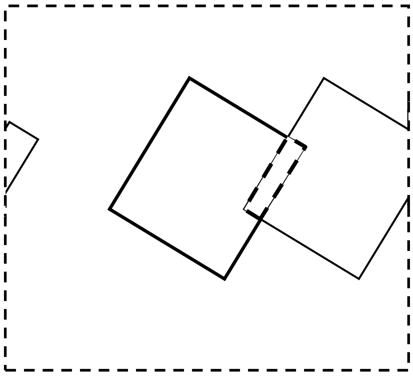
УДК 658.012:681.32

Білан С.М., Южаков С.В.
Державний економіко – технологічний університет транспорту,
м. Київ, E-mail: bstepan@ukr.net, Тел. (044) 591-51-27, Україна
Гайсинська міжрайонна державна податкова інспекція, м. Гайсин,
E-mail: yserg74@meta.ua, Тел. (04334) 2-54-34, Україна

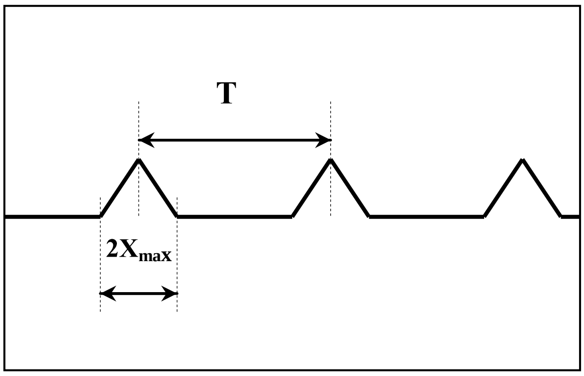
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ОБ’ЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ФУНКЦІЇ ПЛОЩИНИ ПЕРЕТИНУ

Розробка систем машинного зору є одним із основних напрямків побудови штучного інтелекту. Розпізнавання зображень та визначення їх параметрів можна виконувати за допомогою перетворення зображень у набір функцій площини перетину (ФПП) [1, 2]. Крім розпізнавання образів технологія використання паралельного зсуву для отримання функцій площини перетину дозволить також визначати параметри руху об’єкта. Це дасть можливість інтелектуальній системі більш точно приймати рішення відносно взаємодії з об’єктами оточуючого світу. За допомогою ФПП визначимо основні параметри руху об’єкта. До основних параметрів руху віднесемо напрямок та відстань зміщення об’єкта.

Для визначення параметрів руху об’єкта зсув його копії необхідно проводити циклічно. Тоді за умови нерухомості об’єкта функція площини перетину буде періодичною та симетричною (рис. 1,б) відносно кожної з точок повного збігу вхідного зображення та його копії, що зсувається (рис. 1,а).



а)



б)

Рис. 1. Зображення фігури та її копії, що перетинаються а), а також графік ФПП б).

При цьому параметри циклічної ФПП будуть дорівнювати наступним величинам: період (Т) – ширині рецепторного поля при зсуві по горизонталі та висоті при зсуві по вертикалі; ширина кожного сплеску ФПП (ділянка функції, що відповідає ненульовому перетину) – $2X_{max}$ або $2Y_{max}$ відповідно напрямку зсуву, максимальна амплітуда ФПП – площі вхідного зображення (S_0).

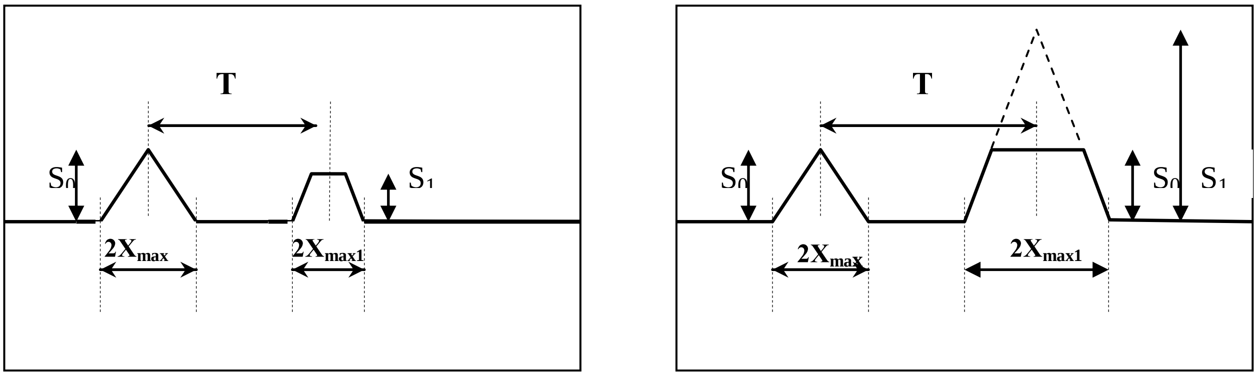
Якщо зображення, що розпізнається, рухається в рецепторному полі в ортогональному напрямку, то при циклічному зсуві в цьому ж напрямку період функції (Т) буде змінюватись внаслідок ефекту Доплера в залежності від напрямку руху фігури. Якщо зображення рухається не в ортогональному напрямку, то період функції визначається, як відстань між серединами двох сусідніх сплесків з максимальною амплітудою.

Тангенс кута напряму руху зображення (α), якщо рух не ортогональний, буде дорівнювати:

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{T_{y1} - T_y}{T_{x1} - T_x},$$

де T_{y1} – період ФПП(y) на t-тому циклі зсуву, T_y – період ФПП(y) на t-1-ому циклі зсуву, а T_{x1} і T_x – відповідні періоди ФПП(x).

У випадку, коли об’єкт змінює відстань до оптичної системи, то циклічні ФПП будуть мати вигляд наведений на рис. 2.



а) віддалення об'єкту б) наближення об'єкту

Рис. 2. Циклічні ФПП.

Значення елементів даних ФПП можна використовувати для визначення відстані до об'єкта згідно правил перспективи (рис. 3).

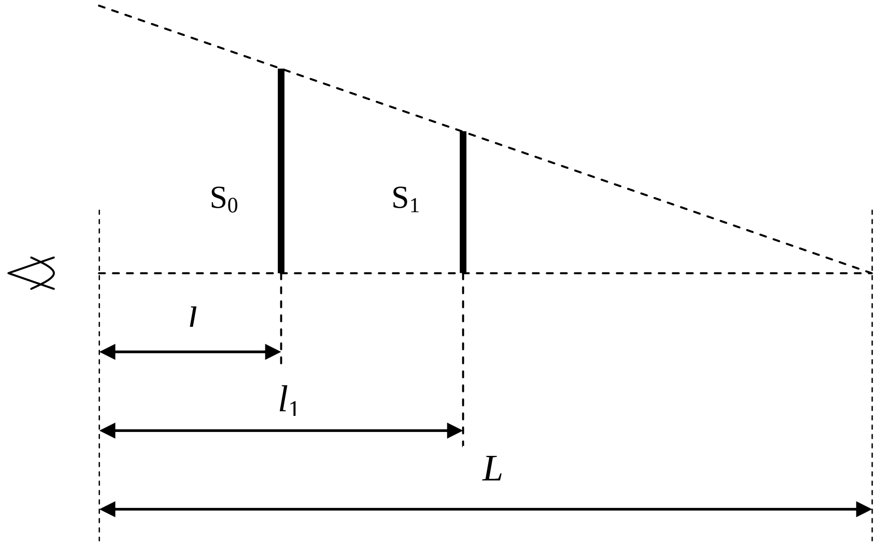


Рис. 3. Графічне подання визначення відстані до об'єкта.

$$\begin{cases} \dfrac{\sqrt{S_0}\,l_1 - \sqrt{S_1}\,l}{\sqrt{S_0} - \sqrt{S_1}} = \dfrac{(l + l_1)X_{\max} - 2lX_{\max 1}}{2(X_{\max} - X_{\max 1})} \\ \Delta l = l - l_1 \end{cases}$$

Для визначення початкової відстані до об'єкту l можна використовувати зміну відстані до об'єкта у самій оптичній системі. Таким чином задається певне значення $\Delta l = l - l_1$. Також процедуру отримання параметру Δl можна виконати шляхом модифікації фокусної відстані сприймаючої відеокамери.

Значення тангенсу кута зміщення об'єкта в рецепторному полі (tg a), модулі різниць періодів на сусідніх циклах зсуву (T_{y1}-T_y або T_{x1}-T_x) та відстань l дозволять з великою точністю визначити просторове положення об'єкта відносно інтелектуальної системи.

Література

1. Білан С.М., Южаков С.В. Розпізнавання плоских фігур на базі аналізу площин перетину однотипних об'єктів.// Вісник ВПІ – 2002 – №3 – С. 74-78.
2. Білан С.М., Южаков С.В. Метод розпізнавання зображень, що оснований на процесі паралельного зсуву для систем ідентифікації об'єктів на залізничних переїздах.//Збірник наукових праць ДЕТУТ. Серія «Транспортні системи і технології» - Вип. 13, - 2008 – С. 216-226.

УДК 681.325

Білан С.М., Моторнюк Р.Л., Воронко І.О.
Державний економіко – технологічний університет транспорту,
м. Київ, E-mail: bstepan@ukr.net, Тел. (044) 591-51-27, Україна

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Відомо, що «стандартом техніки» на сьогоднішній час, при проектуванні і модернізації систем моніторингу і діагностики параметрів електроенергетичних систем, є отримання на об’єктному рівні та використання даних цифрових реєстраторів. У складі об’єднаної енергетичної системи України широкого впровадження набули реєстратори, або інформаційно-діагностичні комплекси (ІДК) типу «Регіна». Базовим компонентом комплексу є реєстратор сигналів, який фіксує два типи подій: «аварійну подію» та «функціонування». У разі аварійної події (недопустима зміна вимірювальних параметрів мережі) відбувається реєстрація всіх дискретних та аналогових сигналів, які записуються у вигляді файлу зареєстрованих даних. Засоби ІДК «Регіна» забезпечують попередню обробку зареєстрованої інформації та її відображення оперативному персоналу. Проте задача ідентифікації аварії, тобто встановлення її типу по певній класифікації, покладається на диспетчерський персонал.

В доповіді представлено опис та основні функціональні можливості розробленого авторами програмного забезпечення, яке дозволяє здійснювати ідентифікацію аварійних режимів електроенергетичних систем з використанням спектральних характеристик їх параметрів.

Інформація про аварію відображається на моніторі робочого місця диспетчера у форматі осцилограм параметрів мережі (представлення у часовій області), а також у вигляді гістограм (представлення в частотній області), завдяки реалізованим функціям гармонічного аналізу. Останній тип представлення параметрів лінійчатими спектрами їх аналогових сигналів є зручним для реалізації алгоритмів порівняння. Разом з тим, ідентифікація аварії базується на понятті «класифікація», а воно, в свою чергу, передбачає порівняння з еталоном класифікаційної групи при певних допустимих відхиленнях.

На основі окресленого вище методу ідентифікації аварійних режимів розроблено програму «ReSpAn», зовнішній вигляд робочого вікна якої показано на рис. 1.

Програма здійснює порівняння на основі трьох спектральних характеристик, які сформовані комплексом «Регіна». Кожна з цих характеристик (спектр амплітуд, спектр фаз, спектр фаз у градусах) містить дев’ять гармонік основної частоти 50 Гц параметрів мережі та компоненту постійної складової.

Вихідні данні можуть завантажуватися із зовнішнього файлу, або шляхом ручного вводу. При завантаженні з файлу потрібно натиснути кнопку «Загрузить спектральные х-ки», після чого в діалоговому вікні вибрати потрібний файл (формат файлу *.csv). Для дослідження нової аварії досить ввести чисельні значення її спектральних характеристик у відповідні поля (введення не цифрових символів приведе до помилки) і після натискання кнопки «Загрузить спектральные х-ки» ввести ім'я файлу для нової аварії.

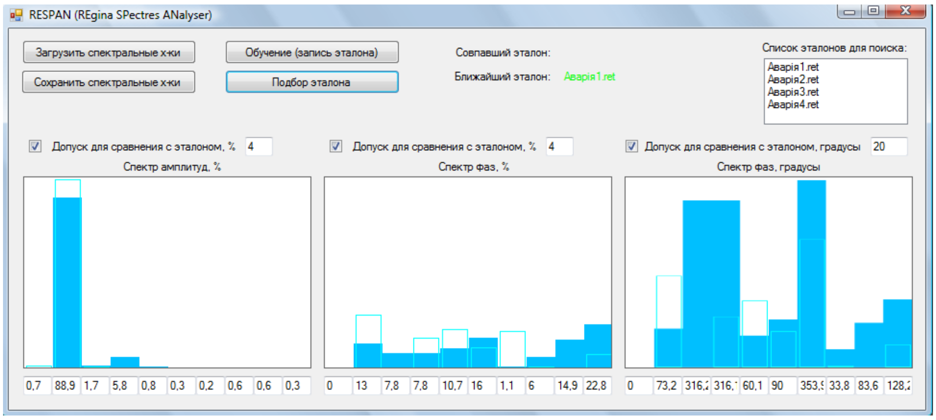


Рис. 1. Робоче вікно програми «ReSpAn».

Кнопкою «Подбор эталона» здійснюється пошук еталонів аварій, спектри яких збігаються з поточними спектральними характеристиками з врахуванням допусків. Допуски проставляються окремо для кожного із трьох спектрів (поля розміщуються над відповідними діаграмами та мають значення по замовчуванню 4, 4, 20). Порівнювати з еталонами можна як по всіх трьох спектральних характеристиках відразу, так і залишивши для порівняння один або два спектри. Вибір потрібних спектрів здійснюється чекбоксами, що перебувають над кожною з діаграм.

Файли еталонних аварій (формат − *.csv, розширення − *.ret) повинні перебувати в одній директорії з виконавчим файлом програми (ReSpAn.exe). Записати аварію як еталонну (натиснувши кнопку «Обучение (запись эталона)») можна в тому випадку, якщо в результаті пошуку не було знайдено співпадаючого еталона, про що програма повідомить і запропонує створити з використанням поточних даних еталонного файлу. Список всіх файлів-еталонів, знайдених в поточній папці, виводиться у полі, яке розташоване у верхньому правому кутку вікна програми.

В іншому випадку результатами пошуку будуть еталон що збігся, і найближчий еталон. У полі «Совпавший эталон» відображається назва файлу еталону, спектральні характеристики якого співпадають із спектрами поточної аварії в межах допусків. У полі «Ближайший эталон» виводиться назва файлу еталону, для якого сума розбіжностей по спектрах є найменшою. Діаграми еталону, що збігся (при наявності такого) і найближчого еталону будуються поверх діаграм спектральних характеристик аварії, що ідентифікується, прямокутниками відповідно червоного і зеленого кольору.

Таким чином, процес ідентифікації аварій полягає в пошуку відповідного еталону та віднесення досліджуваної аварії до класифікаційної групи еталону, або ж створення нової класифікаційної групи на основі розглядуваної унікальної аварії.

Розроблене програмне забезпечення по функціональним можливостям належить до систем підтримки прийняття рішень оперативно-диспетчерського персоналу. Хоча інтерфейс «ReSpAn» орієнтований на взаємодію з людиною-оператором, із вище приведеного бачимо, що функції оператора алгоритмічно визначенні та їх нескладно автоматизувати. Тому створена програма легко модифікується для взаємодії безпосередньо із вихідними файлами даних ІДК «Регіна» і, таким чином, розширює функціональні можливості розглядуваного комплексу, доповнюючи їх засобом ідентифікації аварійних режимів.

УДК 330.44

Білоскурський Р.Р.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
r.biloskurskyy@chnu.edu.ua

МОДЕЛІ НАТУРАЛЬНИХ БАЛАНСІВ “ВИТРАТИ-ВИПУСК” З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ

Більшість екологічних проблем людства пов’язані з постійним використанням природних ресурсів та сировини (вилучення з природного обігу) у певних виробничих циклах та їх поверненням (або ж неповерненням) у зміненому вигляді у довкілля. Тому, один з підходів до аналізу еколого-економічної взаємодії є облік потоків фізичних натуральних величин, що входять та виходять з економічної системи, тобто використання моделей типу “витрати-випуск” [1, 2]. У даній роботі запропоновано таку модель екологічно збалансованої економічної системи:

$$\sum_{i=1}^{m} R_i - \sum_{i=1}^{k} W_{m+i} = \sum_{i=1}^{n} e_i Y_i, \qquad (1)$$

де R_i – сумарна кількість (маса) ресурсу (сировини) i, що вилучається з довкілля на виробничі потреби економічної системи; W_{m+i} – сумарна кількість (маса) забруднювача $(m+i)$, що надходить з економічної системи у довкілля внаслідок виробничої діяльності; e_i – еколого-економічний коефіцієнт, що відображає вилучені з природного обігу ресурси на одиницю ціни продукту i-го виду економічної діяльності; Y_i – обсяг кінцевого споживання продукції i-го виду економічної діяльності; m, k, n – це кількість видів ресурсів (сировини), кількість видів забруднення, кількість видів економічної діяльності відповідно. Ліва частина рівняння (1) відображає потоки сировини та забруднювачів, що є натуральними величинами, а права частина – натуральні значення кінцевого споживання.

Якщо розглянути кожен вид економічної діяльності окремо, то отримаємо наступну натуральну балансову модель для j-го виду економічної діяльності:

$$\sum_{i=1}^{m} r_{ij} - \sum_{i=1}^{k} w_{(m+i)j} + \sum_{i=1}^{n} e_i x_{ij} = e_j \sum_{i=1}^{n} x_{ij} + e_j Y_j, \qquad (2)$$

або

$$\sum_{i=1}^{m} r_{ij} - \sum_{i=1}^{k} w_{(m+i)j} + \sum_{i=1}^{n} e_i x_{ij} = e_j X_j, \qquad (3)$$

де r_{ij} – кількість ресурсу i, що використовується j-им видом економічної діяльності; $w_{(m+i)j}$ – кількість (маса) забруднювача i, що надходить з економічної системи у довкілля внаслідок виробничої діяльності j-го виду економічної діяльності, x_{ij} – витрати продукції і-го виду економічної діяльності на виробництво одиниці продукції j-го виду економічної діяльності, X_j – обсяги виробництва продукції j-го виду економічної діяльності.

Запропоновані балансові моделі (2) – (3) дозволяють використовувати традиційні статистичні таблиці “витрати-випуск”, що доповнюються потоками сировини та викидів, виміряних у натуральних показниках. Такий підхід дозволяє здійснювати контроль за раціональним використанням природних ресурсів та проводити моніторинг забруднення довкілля за галузями економічної діяльності.

Література

1. Григоркив В. С. Некоторые стохастические модели Леонтьева-Форда и их детерминированные эквиваленты / В. С. Григоркив, Р. Р. Белоскурский // Кибернетика и системный анализ. – 2007. – № 3. – С. 3–10.
6. Білоскурський Р. Р. Натуральні міжгалузеві баланси з урахуванням екологічних факторів: історія розвитку, принципи розробки та застосування / Р. Р. Білоскурський // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. – 2011. – Вип. ІІІ (43). Економічні науки. – С. 10–15.

УДК 004.032.26

Бодянський Є.В., Винокурова О.А., Харченко О.О.
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Проблемна науково-дослідна лабораторія АСУ, пр. Леніна 14, м. Харків, 61166, Україна
e-mail: {bodya, vinokurova}@kture.kharkov.ua

ГІБРИДНІ ЕВОЛЮЦІЙНІ АДАПТИВНІ ВЕЙВЛЕТ-НЕЙРО-ФАЗЗІ-СИСТЕМИ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Динамічний інтелектуальний аналіз даних (Dynamic Data Mining) поєднує в собі методи стандартного інтелектуального аналізу даних з методами обчислювального інтелекту для вирішення задач прогнозування, сегментації, компресії, емуляції та ідентифікації, а також виявлення розладнань нестаціонарних нелінійних сигналів, спостереження яких поступають в on-line режимі.

В цей час методи обчислювального інтелекту і, насамперед, штучні нейронні мережі надбали широкого застосування для обробки та аналізу часових послідовностей за умов структурної та параметричної невизначеності, завдяки своїм універсальним апроксимуючим та екстраполюючим властивостям, а також здатністю до навчання. Також важливе місце серед методів динамічного аналізу займають нейро-фаззі-системи та їх розширення - нейро-фаззі-системи типу-2. Маючи покращені апроксимуючі властивості та можливість лінгвістичної інтерпретації результатів, вони теж мають тиж самі недоліки, включаючи як перенавчання і прокльон розмірності, непристосовані оброблювати нестаціонарні сигнали з внутрішньою структурою, що різко змінюється, а також пакетний режим навчання систем типу-2. Нарівні з нейронними мережами для обробки сигналів довільної природи останній час достатньо часто використовується теорія вейвлет-перетворення, що забезпечує виявлення локальних особливостей нестаціонарних сигналів.

Таким чином, актуальним є синтез гібридних адаптивних архітектур та їх алгоритмів навчання на базі методів обчислювального інтелекту – гібридних еволюційних адаптивних вейвлет-нейро-фаззі систем. Такі системи об’єднують у собі лінгвістичну інтерпретуємість і апроксимуючі властивості систем нечіткого виведення з можливостями нейронних мереж навчатися, а також переваги вейвлет-функцій для обробки локальних особливостей. Із цього випливає, що вони з успіхом можуть бути використані в задачах динамічного інтелектуального аналізу та обробки даних різноманітної природи за умов невизначеності.

В доповіді розглядається низка розроблених еволюційних гібридних адаптивних вейвлет-нейро-фаззі-систем та їх алгоритмів навчання, а також сфери їх застосування.

Самими простими і швидкодіючими мережами такого класу є вейвлет-нейрон і подвійний вейвлет-нейрон, що може бути використаний як самостійна мережа, або як елемент більш складної мережі. Такі архітектури характеризуються простотою реалізації, та здатні оброблювати нестаціонарні часові ряди малої та сверхмалої виборки.

З метою розширення універсальних можливостей радіально-базисних нейронних мереж (РБНМ) були введені адаптивні W-нейрони (вейвлони), структура яких подібна РБНМ, але відрізняється тим, що у прихованому шарі використовуються багатовимірні адаптивні вейвлет-функції активації-приналежності. Під час процесу навчання W-нейронів адаптації підлягають не тільки синаптичні ваги вихідного шару, але і усі параметри (центри, рецепторні поля, форма функції) багатовимірної адаптивної вейвлет-функції активації-належності. Такі W-нейрони можуть використовуватися для вирішення задач прогнозування, ідентифікації та емуляції. Для вирішення задач діагностики та сегментації нестаціонарних послідовностей на основі W-нейрона була синтезована підсистема виявлення розладнань.

Подальшим розвитком вейвлет-нейрониих мереж, став синтез вейвлет-нейро-фаззі архітектури з лінійним консеквентом і з консеквентом на основі W-нейрона, що мають крім універсальних апроксимуючих здатностей і властивість лінгвистичної інтерпретованості отриманих результатів. Запропоновані вейвлет-нейро-фаззі-системи дозволяють розширити можливості ANFIS-подібних систем на випадок обробки істотно нестаціонарних часових рядів зі складною внутрішньою структурою і локальними особливостями.

У якості альтернативи існуючим вейвлет-нейро-фаззі-системам запропоновано використовувати вейвлет-нейро-фаззі-системи типу-2 (фаззі-фаззі системи) з фаззі-вейвлет-функціями активації-належності з трьома рівнями невизначеності (по центру, по ширині, по формі функції). Серед переваг, що були описані раніше, додається ще низка, основними з яких є мінімізація ефекта суб'єктивізму при виборі градацій у функції належності. Чисельна реалізація систем типу-2 істотно ускладнюється операцією редукції моделі (type reduction), за допомогою якої нечіткість типу-2 приводиться до звичайної нечіткості типу-1. Існуючі підходи досить громіздки і не допускають реалізації у on-line режимі, коли навчання необхідно проводити послідовно по мірі надходження нових даних. Подолати цю проблему можна, якщо систему типа-2 апроксимувати банком звичайних вейвлет-нейро-фаззі-систем першого типу, кожна з яких має відмінний від інших набір параметрів фаззі-вейвлет-функцій належності антецеденту, та поєднуя виходи цих систем деяким чином з метою отримання оптимального результату. Для вейвлет-нейро-фаззі систем типу-2 запропоновано низку on-line методів редукції моделі.

У випадку вирішення задачи з багатовимірними вхідними даними виникає проблема зниження розмірності векторів-параметрів системи, що повині бути налаштовані. Вирішити таку проблему можна за допомогою розбиття тим чи іншим способом вхідну задачу на множину підзадач зниженої розмірності і поєднуючи далі деяким чином отримані рішення для досягнення необхідного результату. З обчислювальної точки зору найбільш зручним у цьому випадку бачиться Метод Групового Урахування Аргументів (МГУА), який є одним з методів індуктивного моделювання, що розлядається як один з напрямків обчислювального інтелекту та продемонстрував свою ефективність при вирішенні широкого кола практичних задач. Таким чином, доцільно об'єднати ідеї МГУА і вейвлет-нейро-фаззі-систем для отримання якісно нових результатів в області Dynamic Data Mining, інтелектуального керування і інших сферах. В цьому напрямку, для покращення екстраполяційних властивостей МГУА-нейронних мереж було використано низку гібридних вузлів, а саме Q-нейрони з квадратичною апроксимацією, вейвлет-нейрони та нео-фаззі нейрони, основними перевагами яких є висока швидкість навчання. Більш складні задачі, що пов'язані з обробкою стохастичних нелінійних послідовностей, можуть бути вирішені на основі введених гібридних МГУА-вейвлет нейронних мереж з адаптивними W-нейронами. Обчислювальна складність багаторядної МГУА-нейронної мережі спонукає шукати альтернативний варіант, в якості якого можуть бути використана запропонована еволюційна каскадна МГУА-вейвлет-нейронна мережа, перший шар якої формується як у багаторядній МГУА-мережі, а далі структура мережі будується на принципах каскадних систем, що дає змогу навчання в on-line режимі.

Для усіх розглянутих гібридних еволюційних адаптивних вейвлет-нейро-фаззі систем синтезовані швидкодіючі методи навчання, що мають як згладжуючі, так і слідкуючі властивості, а також для вирішення задач прогнозування і ідентифікації сигналів, що забруднені аномальними викидами з невідомим законом розподілу, запропоновані робастні алгоритми навчання.

На основі запропонованих гібридних еволюційних адаптивних вейвлет-нейро-фаззі систем була вирішена низка практичних задач, результати підтверджують ефективність розробленого аппарату динамічного інтелектуального аналізу даних.

Таким чином можна зробити висновок, що гібридизація архітектур дозволяє об'єднати переваги кожного із підходів обчислювального інтелекту, що дозволяє вирішувати задачі динамічного інтелектуального аналізу даних на новому якісному рівні, при цьому користувачу немає необхідності обирати структуру мережі, параметри активаційних функцій та їх тип, запропоновані гібридні еволюційні адаптивні вейвлет-нейро-фаззі системи налаштовують свою архітектуру і всі параметри в залежності від необхідної швидкодії, точності вирішення задачі, рівня апріорної та поточної невизначеності.

УДК 004.032.26

Бодянський Є. В., Дейнеко А. О., Плісс І. П
Харківський національний університет радіоелектроніки
e-mail: bodya@kture.kharkov.ua, anastasiya.deineko@gmail.com, pliss@kture.kharkov.ua

АДАПТИВНЕ НАВЧАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОЇ РЕГРЕСІЙНОЇ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ОБРОБКИ НЕСТАЦІОНАРНИХ БАГАТОВИМІРНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ДАНИХ

Узагальнені регресійні нейронні мережі Д. Шпехта [1] отримали досить широке розповсюдження для вирішення задач прогнозування та ідентифікації, завдяки своїм високим інтерполяційним якостям та простоті і швидкості навчання згідно із принципом «нейрони в точках даних». Ці мережі мають досить просту архітектуру, сформовану R-нейронами, двома блоками підсумовування та одним блоком ділення, при цьому багатовимірний вхідний сигнал $x(k)=(x_1(k),x_2(k),...,x_n(k))^T\in R^n$ (тут k –номер спостереження у навчальній вибірці або поточний дискретний час) у шарі образів, сформованому R–нейронами з ядерними активаційними функціями (зазвичай Ґавсіанами) $\varphi_l^G(x(k)=\varphi_l^G(k))$, $l=1,2,...,k$ переводиться у простір підвищеної розмірності, після чого за допомогою блоків підсумовування та ділення формується вихідний сигнал мережі $\hat{y}^G(k)$. Оскільки навчання цієї мережі відбувається миттєво шляхом установлення центрів активаційних функцій у точках з координатами векторів навчальної вибірки, реакція мережі на довільний вхідний сигнал x може бути записана у вигляді

$$\hat{y}^G(x)=\frac{\sum_{l=1}^{k}y(l)\varphi_l^G(x)}{\sum_{l=1}^{k}\varphi_G^l(x)}=\frac{\sum_k y(k)\exp\left(-\frac{\|x-x(k)\|^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_k \exp\left(-\frac{\|x-x(k)\|^2}{2\sigma^2}\right)}=\frac{NG(k)}{DG(k)}, \quad (1)$$

де $y(l)$, $l=1,2,...,k$ – зовнішній навчальний сигнал, σ^2-параметр рецепторного поля ядерної активаційної функції.

Нескладно помітити, що навчання мережі відбувається у on-line режимі в міру надходження спостережень навчальної вибірки $x(k)$, $y(k)$, при цьому кількість R-нейронів у мережі дорівнює k. При значній кількості даних у навчальній вібірці, мережа становиться занадто громіздкою, що утруднює її чисельну реалізацію.

Для скорочення кількості нейронів у мережі Д. Шпехтом запропоновано проводити попереднє кластерування даних за допомогою методу k–середніх, а в процесі подальшого надходження даних на обробку проводити уточнення координат центроїдів сформованих кластерів за допомогою експоненційного згладжування.

Досить просто і ефективно обмежити кількість нейронів можна в on-line режимі або за допомогою ковзного вікна, сформованого з s останніх вимірів, при цьому замість (1) використовується оцінка

$$\hat{y}^G(x)=\frac{NG(k)+y(k+1)\exp\left(-\frac{\|x-x(k+1)\|^2}{2\sigma^2}\right)-y(k-s)\exp\left(-\frac{\|x-x(k-s)\|^2}{2\sigma^2}\right)}{DG+\exp\left(-\frac{\|x-x(k+1)\|^2}{2\sigma^2}\right)-\exp\left(-\frac{\|x-x(k-s)\|^2}{2\sigma^2}\right)}, \quad (2)$$

що є модифікацією процедури, введеної в [2, 3], або за допомогою правила самонавчання Т. Когонена [4], також реалізованого на вікні. Тоді, якщо мережа містить s нейронів, при

надходженні $(k+1)$–го спостереження відбувається корекція одного з центрів активаційних функцій $x(1),...,x(l),...,x(s)$:

$$\begin{cases} x(l) = x^*(l) + \eta(k+1)\left(x(k+1) - x^*(l)\right), l = 1, 2, ..., s, \\ l = \arg\max \cos\left(x(k+1), x^*(l)\right), \left\|x^*(l)\right\| = \left\|x(k+1)\right\| = 1. \end{cases} \tag{3}$$

При цьому згідно із принципом «Переможець отримує все», найближчий до $x(k+1)$ центр $x^*(l)$ «підтягується» до останнього спостереження на величину кроку $\eta(k+1)$. Цікаво також помітити, що, якщо центри активаційних функцій розглядати як прототипи кластерів, правило (3) перетворюється в звичайний алгоритм навчання самоорганізовної мапи Т. Когонена, яка в процесі свого настроювання збігається до оцінок k–середніх:

$$w_l(k+1) = \begin{cases} w_l(k) + \eta(k+1)\left(x(k+1) - w_l(k)\right), \; \textit{якщо } w_l(k) = \textit{ переможець,} \\ w_l(k) \;\; \textit{у протилежному випадку,} \end{cases} \tag{4}$$

де параметр кроку $\eta(k+1)$ обирається згідно умовам стохастичної апроксимації. При цьому центри активаційних функцій мережі визначаються координатами центрів кластерів, які уточнюються у реальному часі на відміну від пакетної процедури кластерізації, використаної Д. Шпехтом.

Таким чином, використання процедур (2), (3), (4) дозволяє проводити навчання узагальненої регресійної мережі з обмеженою кількістю нейронів у шарі образів у on-line режимі без попередньої пакетної обробки вихідних даних навчальної вибірки.

Введена у розгляд мережа є «гібридом» узагальненої регресійної нейронної мережі та самоорганізовної мапи, навчається у режимі як з «вчителем», так і «без вчителя» та крім традиційних задач ідентифікації, інретполяції та екстраполяції вирішує і задачу сегментації багатовимірних даних, що послідовно надходять на обробку.

Список літератури

1. Specht D. F. A general regression neural network // IEEE Trans. on Neural Networks – 1991. – 2. – P. 568-576.
2. Бодянський Є.В. Еволюційна нейронна мережа з ядерними функціями активації та адаптивний алгоритм її навчання. / Бодянський Є.В., Дейнеко А.О., Тесленко Н.О. // Наукові праці – Вип. 148. - Т. 160. – Комп’ютерні технології. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім..// Петра Могили, – 2011. – С. 53-58.
3. Бодянский Е.В. Адаптивное обучение комбинированной эволюционной нейронной сети. / Бодянский Е.В., Тесленко Н.А., Дейнеко А.А. – Матеріали міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту». – Херсон. – 1. – 2011. – С. 215-220.
4. Kohonen T. Self-Organizing Maps / Kohonen T. – Berlin: Springer-Verlag. – 1995. – 362 p.

УДК 004.032.26

Бодянський Є. В., Колесникова О. В., Колчигін Б. В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
quasimail@gmail.com

АДАПТИВНА НЕЧІТКА КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ЗІ ЗМІННИМ ФАЗЗІФІКАТОРОМ

Розглядається задача кластеризації вибірки спостережень, сформованої з N $n-$ вимірних векторів ознак $x(1), x(2), ..., x(k), ..., x(N)$ (тут k - поточний дискретний час), за умов класів, що перетинаються. Результатом кластеризації повинно бути розбиття вихідного масиву даних на m класів за деяким рівнем належності $u_j(k)$ $k-$го вектора ознак $x(k)$ до $j-$го кластера $j = 1, 2, ..., m$.

Серед методів нечіткої кластеризації найбільш обґрунтованими з математичної точки зору є процедури, засновані на цільових функціях [1-3], що вирішують задачу їх оптимізації за тих або інших апріорних припущеннях. Найбільш розповсюдженим тут є ймовірнісний підхід, пов'язаний з мінімізацією критерію

$$E(u_j, c_j) = \sum_{k=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} u_j^{\beta}(k) \left\| x(k) - c_j \right\|^2 \tag{1}$$

за наявності обмежень

$$\sum_{j=1}^{m} u_j(k) = 1, \tag{2}$$

$$0 \le \sum_{k=1}^{N} u_j(k) \le N, \tag{3}$$

де $u_j(k) \in [0,1]$ – рівень належності вектора $x(k)$ до j–го класу, c_j – центроїд (прототип) j –го кластеру, β – невід'ємний параметр фаззіфікації (фаззіфікатор), що визначає «розмитість» границь між кластерами та визначається суто емпіричним шляхом.

Спростити вибір цього параметра можна, використовуючи замість критерію (1) з чітким фаззіфікатором конструкцію [2]

$$E(u_j, c_j) = \sum_{k=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} \left(\alpha u_j^2(k) + (1-\alpha) u_j(k) \right) \left\| x(k) - c_j \right\|^2$$

з обмеженнями (2), (3), де $0 < \alpha < 1$ – налаштовувальний параметр, що визначає характер кінцевого рішення.

Вводячи функцію Лагранжа

$$L(u_j(k), c_j, \lambda(k)) = \sum_{k=1}^{N}\sum_{j=1}^{m} \left(\alpha u_j^2(k) + (1-\alpha) u_j(k) \right) \left\| x(k) - c_j \right\|^2 + \sum_{k=1}^{N} \lambda(k) \left(\sum_{j=1}^{m} u_j(k) - 1 \right) \tag{4}$$

та вирішуючи систему рівнянь Каруша-Куна-Такера

$$\begin{cases} \dfrac{\partial L(u_j(k), c_j, \lambda(k))}{\partial u_j(k)} = \left(2\alpha u_j(k) + 1 - \alpha \right) \left\| x(k) - c_j \right\|^2 + \lambda(k) = 0, \\ \nabla_{c_j} L(u_j(k), c_j, \lambda(k)) = -\sum_{k=1}^{N} 2 \left(\alpha u_j^2(k) + (1-\alpha) u_j(k) \right) \left(x(k) - c_j \right) = \vec{0}, \\ \dfrac{\partial L(u_j(k), c_j, \lambda(k))}{\partial \lambda(k)} = \sum_{j=1}^{m} u_j(k) - 1 = 0, \end{cases}$$

отримуємо рішення

$$
\begin{cases}
u_j(k) = -\dfrac{1-\alpha}{2\alpha} + \dfrac{1+m\dfrac{1-\alpha}{2\alpha}}{\sum_{l=1}^{m}\dfrac{\left\|x(k)-c_j\right\|^2}{\left\|x(k)-c_l\right\|^2}}, \\
c_j = \dfrac{\sum_{k=1}^{N}\left(\alpha u_j^2(k)+(1-\alpha)u_j(k)\right)x(k)}{\sum_{k=1}^{N}\left(\alpha u_j^2(k)+(1-\alpha)u_j(k)\right)}, \\
\lambda(k) = -\dfrac{1+m\dfrac{1-\alpha}{2\alpha}}{\sum_{l=1}^{m}\left(2\alpha\left\|x(k)-c_l\right\|^2\right)^{-1}}.
\end{cases} \tag{5}
$$

Використання (5) передбачає, що вибірка, яка підлягає кластеризації та містить N спостережень, задана апріорі і не може змінюватися в процесі обробки даних. Якщо ж дані надходять послідовно в on-line режимі з досить високою частотою, процедура (5) є неефективною.

Використовуючи для пошуку сідлової точки Лагранжиану (4) процедуру нелінійного програмування Ерроу-Гурвіца-Удзави, приходимо до адаптивного алгоритму нечіткої кластеризації

$$
\begin{cases}
u_j(k+1) = -\dfrac{1-\alpha}{2\alpha} + \dfrac{1+m\dfrac{1-\alpha}{2\alpha}}{\sum_{l=1}^{m}\dfrac{\left\|x(k+1)-c_j(k)\right\|^2}{\left\|x(k+1)-c_l(k)\right\|^2}}, \\
c_j(k+1) = c_j(k) + \eta(k)\left(\alpha u_j^2(k+1) + (1-\alpha)u_j(k+1)\right)\left(x(k+1)-c_j(k)\right),
\end{cases} \tag{6}
$$

де $\eta(k)$ – параметр кроку налаштовування. Нескладно помітити, що друге співвідношення (6) є не що інше, як правило самонавчання Когонена [3] типу «Переможець отримує більше» (WTM).

Результати імітаційного експерименту підтверджують ефективність підходу, що пропонується.

Література

1. Bezdek J.C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms – N.Y.: Plenum Press. – 1981. – 272 p.
2. Klawonn F., Höppner F. What is fuzzy about fuzzy clustering? Understanding and improving the concept of the fuzzifier. // Lecture Notes in Computer Science. – Berlin /\ Heidelberg: Springer – 2003. – Vol. 2811. – P. 254-264.
3. Kohonen T. Self-Organizing Maps / Kohonen T. – Berlin: Springer-Verlag. – 1995. – 362 p

УДК 004.032.026

Бодянський Є. В., Долотов А. І., Плісс І. П.
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail: bodya@kture.kharkov.ua, artem.dolotov@gmail.com, pliss@kture.kharkov.ua
Тел.: +380577021890

ЦИФРОВА САМОНАВЧАННА ФАЗІ-СПАЙК-НЕЙРОННА МЕРЕЖА

Спайк-нейронні мережі після двох десятиріч, відколи на них, знаних тоді переважно лиш у нейробіології, звернули увагу фахівці з теорії штучних нейронних мереж та обчислювального інтелекту, посіли вагоме місце поміж сучасних та дієвих методів видобування знань. Наразі спайк-нейронні мережі, які тепер розглядають як третє покоління штучних нейронних мереж [1], лягають підвалиною просунутих гібридних систем, що синергетично поєднують здатність таких мереж швидко обробляти дані з визначними властивостями інших засобів обчислювального інтелекту. Прикладом таких гібридних систем, що динамічно розвиваються, зокрема в царині сеґментування зображень, є фазі-спайк-нейронні мережі [2]. Проте хоча увага до спайк-нейронних мереж дедалі зростає й їх щочастіше використовують для розв'язування практичних задач, але досі не розроблено прийнятного підходу, який би дозволив описувати їхні архітектуру та функціювання за допомогою узвичаєної термінології технічних наук.

У цій роботі запропоновано цифрову архітектуру спайк-нейрона на основі z-перетворювання, а на його базі побудовано цифрову самонавчанну фазі-спайк-нейронну мережу.

Математичне виснування цифрової архітектури спайк-нейрона ґрунтується на його аналого-цифровій архітектурі. Задля цього в описі спайк-нейрона перейдено від Лапласового перетворювання через різницеві рівняння до z-перетворювання, завдяки чому отримано передатні функції для ланок цифрової архітектури.

Вочевидь, спайк-нейрон та синапсова часова затримка матимуть, відповідно, z-перетворення $z^{-\left\lfloor \frac{t^{[0]}}{T_0} \right\rfloor}$ та $z^{-\left\lfloor \frac{d^p}{T_0} \right\rfloor}$, де $t^{[0]}$ – час збудження спайку в першому шарі, T_0 – час квантування, $\lfloor \bullet \rfloor$ – заокруглювання до меншого значення, d^p – час затримки підсинапсу.

Для цифрового синапсу отримано таку передатну функцію:

$$u_{jli}^{p}(\mathrm{z}^{-1}) = \frac{\tau e w_{jli}^{p} \mathrm{z}^{-\left\lfloor \frac{d^p}{T_0} \right\rfloor}}{\left(1 + \frac{\tau}{T_0}\left(1 - \mathrm{z}^{-1}\right)\right)^2},$$

де j – номер спайк-нейрона, l – номер рецепторного нейрона в пулі, i – номер компоненти вхідного сиґналу, τ – стала вгамовування мембранового потенціалу, w_{jli}^{p} – вага p –го підсинапсу.

Запропонований цифровий спайк-нейрон програмно земульовано. Показано, що його поведінка збігається з поведінкою добре знаної моделі біологічного нейрона – моделі накопичування-збудженя зі стіканням. У такий спосіб доведено, що аналог біологічного нейрона можна побудувати за допомогою стандартних цифрових елементів, не втрачаючи при цьому його біологічної реалістичності. Окрім того, показано дієвість цифрової самонавчанної спайк-нейронної мережі на прикладі зсеґментування реалістичного зображення.

Список літератури

1. Maass W. Networks of spiking neurons: the third generation of neural network models / W. Maass // Neural Networks. – 1997. – Vol. 10. – 9. – P. 1659-1671.
2. Bodyanskiy Ye. Analog-Digital Self-Learning Fuzzy Spiking Neural Network in Image Processing Problems / Ye. Bodyanskiy, A. Dolotov // Image Processing / Ed. Yung-Sheng Chen. – Vukovar: INTECH, 2009. – P. 357-380.

УДК 519.71

Бодянський Є.В., Волкова В.В.
Харківський національний університет радіоелектроніки
e-mail: bodya@kture.kharkov.ua; volkova@kture.kharkov.ua

АДАПТИВНА РОБАСТНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

Задача поточного оцінювання параметрів нестаціонарних об'єктів є складовою частиною загальної проблеми динамічного інтелектуального аналізу даних (Dynamic Data Mining) [1]. Вирішення цієї задачі потребує наявності ефективних алгоритмів для синтезу математичних моделей за параметрами досліджуваних об'єктів. За умов невизначеності для її вирішення з успіхом можуть бути використані методи інформаційної теорії ідентифікації [2].

У подальшому нами розглядається об'єкт, що може бути описаний рівнянням псевдолінійної регресії

$$y(k) = w^T x(k) + \zeta(k),$$

де $y(k)$ – скалярний вихідний сигнал об'єкта у поточний момент дискретного часу $k = 0,1,2,...,n$; $w = (w_0, w_1, ..., w_n)^T$ – $(n+1)\times 1$-вектор невідомих параметрів, що підлягають визначанню, та можуть деяким чином змінюватися у часі, $x(k) = (1, x_1(k), ..., x_n(k))^T \in R^{n+1}$ – вектор вхідних змінних (факторів, регресорів), $\xi(k)$ – випадкове збурення з невідомою функцією щільності розподілу. В межах цього рівняння можуть бути описані статичні (регресійні) та динамічні ARIMAX об'єкти, стохастичні послідовності з довільним трендом, деякі фрактальні та хаотичні сигнали.

В основі великої кількості алгоритмів ідентифікації полягає гіпотеза про ґавсівський розподіл збурень – $\zeta(k) \sim N(0, \sigma^2)$, що привело до широкого розповсюдження критерію найменших квадратів та пов'язаному з ним методу найменших квадратів у різних модифікаціях, включаючи адаптивну – експоненційно зважений рекурентний метод найменших квадратів (EWRLSM). В той же час цей алгоритм має низку недоліків, що обмежують його використання. Зокрема, при великій кількості вхідних змінних він може бути чисельно нестійким, громіздким та привести до «вибуху параметрів» коваріаційної матриці.

Ефективною альтернативою EWRLSM є запропонована нами раніше експоненційно зважена модифікація адаптивного алгоритму стохастичної апроксимації для ідентифікації об'єктів керування, запропонованого Ґудвіном, Ремеджем, Кейнесом [3],

$$\begin{cases} \hat{w}(k) = \hat{w}(k-1) + r^{-1}(k)(y(k) - \hat{w}^T(k-1)x(k))x(k) = \\ = \hat{w}(k-1) + r^{-1}(k)(y(k) - \hat{y}(k))x(k) = \hat{w}(k-1) + r^{-1}(k)e(k)x(k), \\ r(k) = \alpha r(k-1) + \|x(k)\|^2, \ r(0) = 1, \ 0 \le \alpha \le 1, \end{cases} \tag{1}$$

де

$$\hat{y}(k) = \hat{w}^T(k-1)x(k)$$

– рівняння адаптивної моделі, $\hat{w}(k) - (n+1)\times 1$-вектор параметрів моделі, що уточнюється на кожному такті надходження нових спостережень $x(k), y(k)$, $e(k) = y(k) - \hat{y}(k)$ – поточна похибка ідентифікації.

В той же час, методи ідентифікації, що засновані на критерії найменших квадратів, є надзвичайно чутливими до відхилень фактичного закону розподілу $\xi(k)$ від ґавсівського. В умовах різного типу аномальних викидів, збурень з «важкими хвостами» тощо, метод найменших квадратів є неефективним.

Саме цей факт привів до створення широкого класу методів робастного оцінювання, що засновані на мінімізації критеріїв, відмінних від квадратичного, що у свою чергу веде до необхідності вирішення задачі нелінійного програмування. Оскільки при роботі у on-line

режимі вирішення цієї задачі на кожному такті k є досить проблематичним, створення ефективних адаптивних робастних алгоритмів ідентифікації нестаціонарних об'єктів є досить актуальною проблемою.

На сьогоднішній день існує досить багато робастних функцій втрат, загальною характеристикою яких є «заглушення» спостережень, що знаходяться далеко від точки екстремуму. Вводячи у розгляд робастну функцію втрат Коші

$$\rho(e(k)) = \frac{\sigma_c^2}{2}\ln\left(1+\frac{e^2(k)}{\sigma_c^2}\right) \tag{2}$$

(тут σ_c^2 – параметр ширини цієї функції), а також її функцію впливу та вагову функцію [4]

$$\psi(e(k)) = \rho'(e(k)) = \frac{\sigma_c^2 e(k)}{\sigma_c^2 + e^2(k)},$$

$$w(e(k)) = \frac{\psi(e(k))}{e(k)} = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_c^2 + e^2(k)},$$

можна ввести у розгляд ґрадієнтну процедуру мінімізації (2) у вигляді

$$\hat{w}(k) = \hat{w}(k-1) + \eta(k)\psi(e(k))x(k) = \hat{w}(k-1) + \eta(k)e(k)\frac{\sigma_c^2 x(k)}{\sigma_c^2 + e^2(k)} =$$

$$= \hat{w}(k-1) + \eta(k)e(k)J_c(k),$$

де $\eta(k)$ – параметр кроку настроювання, що обирається зазвичай з емпіричних міркувань.

Робастна функція втрат Коші зростає при збільшенні $|e(k)|$. Якщо параметр s_c збільшуується, то функція втрат зростає швидше. Функція впливу для запропонованого алгоритму наближається до 0. Вагова функція стрімко спадає при збільшенні $|e(k)|$. Слід зазначити, що значення функцій пливу та ваг для запропонованого алгоритму значно залежать від значення параметру s_c.

Вводячи далі експоненційно зважений критерій робастної ідентифікації на основі (2)

$$E(e(k)) = \sum_k \alpha^{k-i}\rho(e(i)), \quad 0 \le \alpha \le 1,$$

та, використовуючи підхід до синтезу алгоритмів навчання, запропонованого в [5], запишемо у кінцевому вигляді адаптивний робастний алгоритм ідентифікації нестаціонарних об'єктів

$$\begin{cases} \hat{w}(k) = \hat{w}(k-1) + r^{-1}(k)e(k)J_c(k), \\ r(k) = a\, r(k-1) + \|J_c(k)\|^2, \quad r(0) = 1, 0 \,\mathrm{J}\, a \,\mathrm{J}\, 1, \end{cases} \tag{3}$$

де $J_c(k) = \sigma_c^2 x(k)(\sigma_c^2 + e^2(k))^{-1}$.

Чисельні експерименти підтвердили ефективність алгоритму (3) в умовах збурень різної природи та інтенсивності.

Список літератури

1. Lughofer E. Evolving Fuzzy Systems. – Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. – 454 p.
2. Цыпкин Я.З. Основы информационной теории идентификации. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
3. Goodwin G., Ramadge P., Caines P.E. Discrete-Time Stochastic Adaptive Control, SIAM Journal on Control and Optimization, vol. 19, 1981, pp. 829-853.
4. Hampel F.R., Ronchetti E.M., Rousseeuw P.J., Stahel W.A.. Robust Statistics – The Approach Based on Influence Functions, Wiley, 2005, 536 p.
5. Bodyanskiy Ye., Kolodyazhniy V., Stephan A. An adaptive learning algorithm for a neuro-fuzzy network. Ed. by B. Reusch "Computational Intelligence. Theory and Applications." Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 2001, pp. 68-75.

УДК 004.896.001.63

Бурляй І.В., Кучер П.П., Мирошник О.М.
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

НЕЧІТКІ ВИСНОВКИ У ФОРМУВАННІ ОБЛАСТІ КОМПРОМІСУ МІЖ ВАРТІСТЮ ЖИТЛА ТА ЙОГО ПОЖЕЖНОЮ БЕЗПЕКОЮ

Сучасні реалії такі, що чи не кожний день нас повідомляють про пожежі з людськими жертвами та значними матеріальними збитками. І хоч загальна щорічна кількість пожеж майже не змінюється, число людей, які є потерпілими на пожежах чи від пожеж, з кожним роком збільшується. З іншої сторони, ще до останнього часу спостерігався справжній будівельний бум. Враховуючи високі ціни на землю та, як наслідок, оптимізацію будівельними фірмами свої витрат, велось будівництво переважно житлових будинків підвищеної поверховості. Забезпечення безпеки людей особливо на верхніх поверхах залишається проблемою, оскільки обладнання для евакуації мешканців має високу вартість і в умова ресурсного дефіциту найчастіше залишається недоступним.

Метою нашого дослідження є реалізація інформаційно-консультативного супроводу процесу купівлі житла у залежності від рівня його пожежної безпеки, оскільки цей процес найчастіше відбувається в умовах невизначеності. Для цього пропонуємо технологію побудови області компромісу між вартістю житла та рівнем пожежної безпеки. Попередній аналіз показує, що найбільша питома кількість пожеж відбувається на останніх поверхах житлових будинків (рис. 1). У той же час спостерігаємо відносно рівномірний розподіл цін на житло по поверхах (рис. 2, середні ціни 2011 року в м. Черкаси). Очевидно, що паритет між ціною житла та його безпекою не витримується.

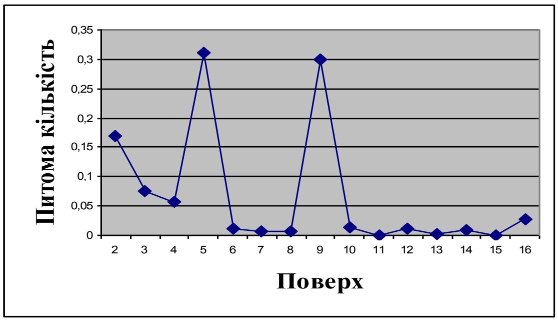


Рис. 1. Питома кількість пожеж на поверхах

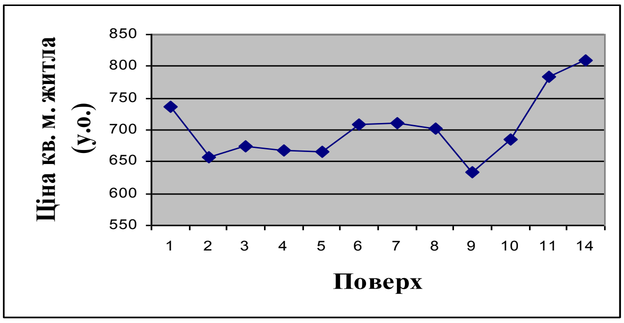


Рис. 2. Ціна квадратного метра житла на поверхах

Раніше вже було запропоновано здійснювати побудову області компромісу на основі використання нечітких продукційних правил [1] та ієрархічно-індуктивного моделювання [2]. В доповіді розглянуто практичну технологію ідентифікації ціни житла та рівня його пожежної безпеки на основі нечітких величин, які відповідають термам „високий, середній, низький”. Встановлено відповідність між однаковими термами щодо ціни та рівня безпеки, показано, яким чином формується область компромісу та визначено діапазон цін, які відповідають пожежній безпеці житла на певному поверсі. Одержані результати становлять інформаційний базис підтримки прийняття рішень як для покупців, так і для будівельних фірм.

Література

1. Мирошник О.Н. Моделирование области компромисса между стоимостью жилья и его пожарной безопасностью // Искусственный интеллект. – 2007. – № 3. – С. 481-485.
2. Мирошник О.М. Ієрархічно-індуктивне моделювання та ідентифікація області компромісу між вартістю житла та рівнем його пожежної безпеки // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2009. – № 3(84). – С. 46-50.

УДК 519.86

Вінничук О.Ю.
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича
e-mail: o.vinnychuk@chnu.edu.ua

ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ BPMN

Для більшості підприємств, в тому числі малого та середнього бізнесу, постає питання побудови системи управління бізнес-процесами, яка б сприяла підвищенню ефективності діяльності підприємств у сучасних ринкових умовах і прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. Управління бізнес-процесами організації складає процесний підхід. Для передбачення результатів діяльності підприємства за різних умов його функціонування та якомога кращого планування бізнес-процесів, що протікають в ньому, повинно проводитись моделювання цих бізнес-процесів. У зв'язку з цим актуальним є аналіз методів моделювання бізнес-процесів, а також аналізу програмного забезпечення моделювання бізнес-процесів саме для малих та середніх підприємств.

Моделювання бізнес-процесів – це відображення суб'єктивного бачення реально існуючих в організації процесів за допомогою графічних, табличних, текстових способів подання. Моделювання бізнес-процесів є методом оцінювання поточної діяльності підприємства по відношенню до заявлених вимог до його функціонування, управління, ефективності, кінцевого результату діяльності та ступеня задоволення клієнта, і є основою прийняття управлінських рішень.

Звичайно, для ефективного моделювання бізнес-процесів потрібне глибоке розуміння поняття «бізнес-процес» керівництвом підприємства, а також методів моделювання бізнес-процесів для правильного вибору.

Виділяють три основних типи методологій, що застосовуються для опису, моделювання та аналізу бізнес-процесів: опис потоків даних (Data Flow Diagramming, DFD); опис потоків робіт (Work Flow Diagramming, WFD); моделювання бізнес-процесів (Business Process Modeling). В свою чергу Business Process Modeling утворює множину методологій: сімейство стандартів IDEF; ARIS; UML; SADT; BPMN тощо.

З тих пір, як моделі бізнес-процесів стали основою для прийняття управлінських рішень на підприємстві, їм знадобилась стандартизована структура, яка містить всю важливу інформацію, необхідну для розробки систем управління. Відповіддю на підвищення вимог до наочності та інформативності моделей процесів став стандарт BPMN (Business Process Model and Notation), який останнім часом береться за основу для моделювання бізнес-процесів [1]. BPMN – це методологія концепції Business Process Management (BPM), яка бере початок від загального управління якістю (TQM), потім трансформується в реінжиніринг бізнес-процесів (BPR) і далі безпосередньо в управління бізнес-процесами (BPM). У напрямку інформаційних технологій вона бере свій початок від незалежних додатків і трансформується в автоматизовані потоки робіт у вигляді систем управління бізнес-процесами (додатки класу BPMS).

BPMN відносно нова нотація, перша версія якої з'явилася в 2005 році. Нотація орієнтована на детальний опис потоків робіт, і найкращим чином підходить для моделювання процесів на нижньому рівні. Нотація BPMN володіє однією ключовою особливістю – всі діаграми, побудовані з дотриманням специфікації BPMN, можуть бути «виконані» системою в режимі реального часу. При виконанні процесу створюється його «екземпляр» та керівник або власник процесу може в реальному масштабі часу контролювати виконання завдань. Можливість «виконання» процесів сервером вимагає досить високої кваліфікації фахівця з моделювання процесів і достатньої деталізації процесу. Нотація BPMN найкращим чином підходить для моделювання лише ключових процесів підприємства, для подальшого контролю їх виконання в реальному масштабі часу.

Після вибору методології моделювання бізнес-процесів виникає питання про вибір найкращого інструментального засобу підтримки обраної методології. BPM-системи

виникають як IT-платформи, які створені для управління бізнес-процесами. BPMS повинні пропонувати простий користувацький інтерфейс, який сфокусований на нетехнічних користувачів, а також повний набір інструментів для створення, документування, тестування, виконання і моніторингу бізнес-процесів. Переваги BPMS визначаються їх гнучкістю в процесі проектування і технічного обслуговування, можливістю виконання тестів для оптимізації бізнес-процесів.

Комерційні BPM-системи часто вимагають значних витрат на обслуговування і оновлення, а також дорогих ліцензійних зборів. Така вартість продукції роблять комерційні рішення недоступними для малого та середнього бізнесу. Виходом для таких підприємств може бути використання інформаційних систем з відкритим вихідним кодом. Однак при цьому потрібно врахувати питання, пов'язані із забезпеченням оновлення продукції та наявністю вузько спеціалізованих людських ресурсів.

Серед наявності великої кількості BPM-систем вибрано, проаналізовано та оцінено три BPM-системи з відкритим вихідним кодом: Bonita Soft, BizAgi та Intalio, які на нашу думку є більш доступні для українських підприємств малого та середнього бізнесу.

BPM-системи є платформами, які здатні моделювати будь-яку організацію, включаючи можливості моделювання бізнес-процесів, їх розгортання і виконання. При виборі конкретної BPM-системи потрібно прийняти до уваги чотири критерії: а) забезпечення візуального моделювання процесів, сумісне з BPMN; б) інтеграція і розвиток середовища; в) ядро виконання; г) можливість моніторингу бізнес-задач для оцінки ефективності. Недоліком є те, що BPM-системи є дорогими, тому вони не є доступними для малого та середнього бізнесу. В цьому випадку рекомендується використовувати додатки з відкритим вихідним кодом, які на сьогодні розвинулись у дуже потужні утиліти.

Найкращим варіантом для малого і середнього бізнесу може бути система Bonita Soft, яка задовольняє реалізацію BPM-проектів низької складності, тому що всі чотири компоненти інтегровані в одній системі і система не вимагає спеціальної наладки. Однак документація в системі все ще є дуже бідною [2].

Таким чином, для перемоги в конкурентній боротьбі підприємствам необхідно використовувати сучасні інструменти управління, контролю та моніторингу, зокрема методологію BPMN, яка дозволяє моделювати бізнес-процеси підприємства, що змінює характер діяльності управлінського персоналу, підвищує оперативність, наукову обґрунтованість та об'єктивність прийнятих управлінських рішень, надає можливість вирішення принципово нових економічних задач, які до використання тої чи іншої методології моделювання бізнес-процесів не розв'язувалися апаратом управління.

Список літератури

1. http://ru.wikipedia.org/wiki/BPMN.
2. http://bonitasoft.com.

УДК: 519.863:330.44

Волошин О.Ф., Гуменюк Д.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
e-mail: olvoloshyn@ukr.net; dimahum@gmail.com

ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛІ «ДЕМОКРАТИЧНОГО КАПІТАЛІЗМУ» НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ЕРРОУ-ДЕБРЕ

У 1958 році американським економістом Л. Келсо у співавторстві з філософом М. Адлером була опублікована монографія під назвою «Маніфест Капіталізму» [1], яка в 1959 році була перекладена російською мовою і розіслана за «спеціальним списком». Автори монографії стверджують, що економіка сучасних їм Сполучених Штатів не є капіталістичною, оскільки власниками капіталу (капіталістами) є лише незначна частина населення країни, останні володіють лише власною працею як засобом виробництва. Високий рівень життя в США автори пояснюють, в першу чергу, високою продуктивністю капіталу. Слабкість «змішаної» капіталістичної економіки, в якій ринкові механізми доповнюються механізмами державного регулювання, полягає в тому, що, з одного боку, право власності на частину капіталу, який виробляє близько 90 % багатства, зосереджено в руках приблизно 5 % сімей, в той час, як більше 70 % доходу, що є виробленим багатством, розподіляється за працею. Капіталістичне вирішення цих протиріч у змішаній економіці полягає в забезпеченні збалансованої участі домогосподарств у виробництві за рахунок дифузії власності на капітал. Оскільки тягар виробництва переходить від праці до капіталу, то і спосіб участі у виробництві повинен змінюватись від «трудового» до «капіталістичного». Головною ж причиною висококонцентрованої власності на капітал є невідповідність між збільшенням продуктивності капіталу і майже постійним рівнем продуктивності праці (за винятком адміністративної і «високоінтелектуальної»). Другою причиною є добре відоме економічне явище: чим вищий дохід, тим більша його частка інвестується в подальше формування капіталу. Автори вказують на необхідність переходу до нової моделі економіки – «Демократичного капіталізму», при якій всі домогосподарства є власниками деякого капіталу. Принципи, покладені в основу пропонованої економічної системи, такі: 1) участь всіх домогосподарств у виробництві шляхом володіння певним капіталом; 2) перерозподіл капіталу для перетворення всіх споживачів у капіталістів; 3) обмеження на рівень володіння капіталом. Відповідно до вищевикладених принципів, автори пропонують такі заходи (математично не формалізовані), що сприяють їх втіленню: збільшення числа власників акцій в промислових підприємствах; зміна ставок податку на спадок і дароване майно з метою заохочення створення нових капіталістів і перешкоджанню надмірної концентрації капіталу; відміна податку на доходи корпорацій; ухвалення закону, що зобов'язує «зрілі» корпорації виплачувати своїм акціонерам 100 відсотків чистого доходу; визнання урядом зобов'язання гарантувати всім сім'ям, зайнятим в економіці, можливість участі у виробництві благ в масштабах, що дозволяють отримувати дохід життєзабезпечення; встановлення системи пільг для заохочення накопичення капіталу тими сім'ями, капітал яких не дає їм доходу життєзабезпечення тощо.

В [2] модель дезагрегованої змішаної економіки [3] модифікується з метою задовільнення основних принципів «Демократичного капіталізму». В доповіді пропонується модель «Демократичного капіталізму» на основі моделі Ерроу-Дебре [3], в якій однією з основних аксіом є умова додатного початкового капіталу у кожного агента економіки.

Література

1. Келсо Л, Адлер М. Капіталістичний Маніфест. – К.: Оріяни, 2004. – 276с.
2. А. Волошин, А. Сидорук. К построению модели Демократического капитализма. //Book Series «Information Science&Computing», vol. 6, 2012, Sofia.
3. Сучасний економічний аналіз: У 2 ч. Ч.1. Мікроекономіка: Навч. посіб. /О.І. Пономаренко, М.О. Перестюк, В.М. Бурим. – К.: Вища шк., 2004. – 262 с.

УДК 004:378

Волошин А.Ф., Ковалёв Д.И.
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
e-mail: olvoloshyn@ukr.net; daniil.kovaliov @ gmail.com

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ТЕСТИРУЮЩЕ-ОЦЕНИВАЮЩАЯ ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНЫХ КУРСОВ ПО ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

На конференции MeL-2006 [1] впервые были представлены результаты по созданию учебно-методического программного продукта (ПП) для поддержки нормативного учебного курса «Системы и методы принятия решений» (СМПР), читаемого на факультете кибернетики Киевского национального университета им. Тараса Шевченко для студентов третьего курса специальности «информатика» направления «прикладная математика». Курс состоит из 34 лекционных часов, 17 ч. лабораторных занятий и 57 ч. самостоятельной работы, его содержание базируется на учебном пособии [2] (с 2010 года - [3]). В течение семестра студент должен был выполнить 3 лабораторные работы (с учетом сложности задания), которые заключались в создании программных модулей, реализующих конкретные алгоритмы решения задач теории принятия решений (ТПР). Организация лабораторных работ была следующей: первое занятие – постановка задачи; второе (через 2 недели) – промежуточный контроль, уточнение задания, консультация; третье – прием задания. Выполнение лабораторной работы осуществлялось студентами за счет часов, выделяемых на самостоятельную работу (10-12 часов на одну лабораторную). После приема первой лабораторной работы выдавалось задание по второй и т.д. Результирующая оценка по курсу СМПР (исходя из 100-бальной шкалы) определялась следующим образом: 40 баллов (экзамен), 20 баллов (2 контрольные работы), 30 баллов (лабораторные работы), 10 баллов (коллоквиум по теоретическим вопросам курса за 2-3 недели до окончания семестра).

Первая версия программной системы SMPR0 [1] представляла собой набор отдельных программных модулей, реализующих некоторые алгоритмы решения задач ТПР определенного раздела курса в соответствии с [2]. Программные модули функционировали независимо, реализовывались на различных языках программирования, имели произвольную структуру и внешнее представление и оформление.

В версии системы SMPR1 [4] была реализована возможность взаимодействия модулей путем формирования унифицированных требований к их программной реализации, осуществляемой на языке программирования С # с помощью платформы .NET, среды разработки MS Visual Studio и технологии командной разработки SVN.

Разработка проекта SMPR1 вызвала необходимость организации коллективной разработки ПП. Интересно отметить, что во время разработки проекта SMPR1 принципы коллективного создания программных продуктов на факультете кибернетики не только не применялись, но и не преподавались (со слов студентов) и эта проблема (коллективная разработка программного обеспечения) «намного сложнее, чем кажется на первый взгляд» (подробнее см. [4]). Реализация отдельных разделов курса СМПР осуществлялась группами студентов под руководством «координаторов». Систему SMPR1 по функционированию содержательно можно назвать «учебно-методической демонстрационно-тестирующей». Наряду с демонстрацией решения конкретной задачи ТПР пользователь мог проверить правильность решения задачи, указывая ответ и получая оценку «правильно-неправильно».
В SMPR2 [5] была реализована функция оценивания знания студента-пользователя методов решения задач ТПР определенного раздела курса, расширен интерфейс системы, в частности, в использовании язывов описания – украинский, русский, английский, китайский (отдельные модули). SMPR2, как приложение к учебному пособию [3], была представлена участникам конференции MeL-2010 (Киев, сентябрь, 2010 г.). Система SMPR2 при чтении курсов по ТПР уже используется в ряде вузов Украины (в частности, Киева и Одессы).

Представляемую в данном докладе версию SMPR3 авторы считают «промышленным» вариантом системы. По сравнению с SMPR2 в SMPR3 добавлено две основные функции: 1)

оценка знаний пользователя-студента по всему курсу СМПР с учетом всех разделов. Общая оценка выдается в нечеткой форме (например, «Ваши знания можно оценить между «удовлетворительно» и «хорошо», но ближе к оценке «удовлетворительно»; «Вам необходимо подучить такой-то раздел курса»); 2) вторая функция связана с системой защиты программной системы от несанкционированного использования (см. ниже). Версия SMPR3 будет прилагаться на отдельном диске к следующему изданию учебного пособия по ТПР.

В следующей версии SMPR4 авторами планируется осовременить систему, переведя ее в среду Интернет, т.е. создать сайт, содержащий полную функциональность системы и доступный любому пользователю в любое время.

Система контроля знаний осуществляется следующим образом. В каждом из модулей программной системы реализованы методы, которые предлагают студенту постановку задачи и дают определенное задание: например, нахождение оптимальной, по некоторым критериям, стратегии; определение необходимого множества состояний системы и др. Задачи генерируются автоматически, во избежание повторений, и могут иметь различную сложность (размерность задачи, количество состояний или участников и т.п.). Вся информация об оценках, полученных во время прохождения тестов, хранится в системе и может быть затребована в любое время в виде окна с общими результатами тестирования по всем разделам курса и рекомендации по тем разделам, которые необходимо изучить лучше.

Система защиты ограничивает возможности несанкционированного копирования программы и позволяет «внимательнее относиться» к пользователям программы. Специфика системы защиты заключается в том, что во время первого запуска программа просит прислать разработчику уникальный идентификатор, на основе которого будет создан ключ для программы. Этот ключ будет работать только для компьютера, на котором был получен идентификатор. Этот принцип реализуется путем считывания серийного номера жесткого диска и шифрования его в уникальный код. Администратор получает этот код от пользователя, например, по электронной почте, и на его основе, с помощью специальной программы, создает ключ для активации. Таким образом, администратор имеет базу данных пользователей программы. Это позволяет предоставлять им обновления и в любой момент оказывать помощь по использованию программы.

Представляемая в докладе учебно-методическая тестирующе-оценивающая программная система SMPR3 поддержки учебного курса «Системы и методы принятия решений» является полноценным программным продуктом для проведения лекций и лабораторных работ по теории принятия решений, тестирования и оценки знаний студентов. Авторы рекомендуют использовать ее в других вузах, а также использовать ее инструментальные средства (ядро) для разработки программных продуктов поддержки иных учебных курсов.

Литература

1. А. Волошин, К. Березовский., И. Дроздов. В создание коллективных учебно-методических программных продуктов по курсу «Теория принятия решений» / / Труды конф. «Mel-2006» (Modern-electronic-Learning), София, 2006. - С.67-70.
2. О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. Теорія прийняття рішень. Навч. посіб. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2006. - 304 с.
3. О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. Моделі та методи прийняття рішень Навч. посіб. - Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010. - 336 с.
4. А.Ф. Волошин. Об опыте коллективной разработки учебно-методических программных систем, труды конференции «Mel-2008». - София, 2008.
5. О.Ф. Волошин. Про досвід колективної розробки навчально-методичних програмних систем. Ужгород: Праці V Міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень», Ужгород, 2010.-274 с.

УДК 519.816 (075.8)

Волошин О.Ф., Лавер В.О.
КНУ ім. Т.Шевченка, УжНУ

НЕЧІТКІ УЗАГАЛЬНЕННЯ КЛАСИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ВИТРАТ

Справедливий розподіл спільних витрат (або спільного прибутку) серед агентів є центральною темою теорії кооперативних ігор із трансферабельною корисністю. Зокрема, простіша проблема розподілу одного виду благ за певним профілем заявок (що відображає індивідуальні потреби чи вимоги) теж була популярною для аксіоматичного аналізу. Ця модель розподілу в літературі часто називається проблемою банкрутства [1].

Задачею розподілу називається трійка (N,c,b), де N – скінченна множина агентів, невід'ємне дійсне число c визначає кількість ресурсів, які необхідно розподілити, вектор $b = (b_i)_{i \in N}$ визначає для кожного агента i його заявку b_i, причому :

$$0 \le b_i,\ \forall i \in N:\ 0 \le c \le \sum_{i \in N} b_i. \tag{1}$$

Розв'язком задачі розподілу є вектор $x = (x_i)_{i \in N}$, який ставить у відповідність кожному агенту i його частку x_i, причому:

$$0 \le x_i \le b_i,\ \forall i \in N : \sum_{i \in N} x_i = c. \tag{2}$$

Можливо декілька інтерпретацій задачі розподілу. Без зменшення загальності, розглянемо задачу розподілу витрат на виробництво неподільного суспільного продукту вартістю c, величини b_i для кожного i інтерпретуються як запас грошей i-го агента (або, альтернативно, як очікувана вигода від користування суспільним продуктом).

Розглянемо два принципи розподілу витрат:

- Вирівнювання витрат ($x_i = \frac{c}{n},\ \forall i \in N$);

- Вирівнювання прибутків ($x_i = b_i - \left(\sum_{i \in N} b_i - c\right)/n,\ \forall i \in N$).

Якщо на частки витрат агентів накладаються обмеження $0 \le x_i \le b_i$ (3), то дані принципи узагальнюються, відповідно, на подушний та рівневий податки [2].

Обмеження (3) можуть виконуватися нечітко. Так, у випадку подушного податку можлива ситуація, при якій деякі агенти повинні будуть заплатити весь свій запас грошей, $x_i = b_i$, що може призвести до їхньої відмови від кооперації. Якщо ж нерівність $x_i \le b_i$ виконується нечітко, то можливий певний простір для компромісів.

Аналогічно для рівневого податку – для максимальної коаліції може бути прийнятним виплата субсидій певним агентам (котра при чіткому рівневому податку виключається).

Нехай потрібно розподілити витрати величиною c серед множини агентів $N = \overline{1,n}$.

Розглянемо подушний податок. Припустимо, що існують агенти, які за подушним податком повинні заплатити весь свій запас грошей. Позначимо множину цих агентів через N_1. Встановимо два порогових значення: α_i – кількість відсотків грошей агента i ($i \in N_1$), в якого подушний податок (ПП) забирає всю суму, яку він може віддати; β_j – на скільки відсотків агент j ($j \in N_2 = N \setminus N_1$), в якого після розподілу за ПП ще залишаються гроші, згідний заплатити більше за ПП. В загальному випадку ці величини визначаються із урахуванням грошових запасів агентів («прогресивне оподаткування»).

Нехай $\hat{x}_i = b_i$ – величина ПП агента i ($i \in N_1$); $\underline{x_i} = b_i(1-\alpha_i)$– максимальна кількість грошей, яку i-й агент згоден віддати «без заперечень».

Розглянемо множину агентів N_2. Позначимо $\hat{x}_j$ – величину подушного податку для агента j ($j \in N_2$), $\overline{x_j} = \hat{x}_j(1+\beta_j)$– максимальну кількість грошей, яку агент згоден віддати.

Повинна виконуватись нерівність $\sum_{j \in N_2} \left(\overline{x_j} - \hat{x}_j \right) \geq \Delta$, де $\Delta = \sum_{i \in N_1} \left(\hat{x}_i - \underline{x_i} \right)$. В разі невиконання даної нерівності потрібно змінити величини α_i, β_j так, щоб дана нерівність виконувалась.

Припустимо, що розглядається розподіл витрат згідно подушного податку. Нехай частка витрат агента i $\left(i \in N_1 \right)$ є правостороннім нечітким числом трапецеїдального вигляду: $x_i = \left(\underline{x}_i, \hat{x}_i \right)$ з функцією належності $\mu_i \left(x_i \right)$. є правосторонніми нечіткими числами трапецеїдального вигляду. Аналогічно, для агентів j $\left(j \in N_2 \right)$ маємо $x_i = \left(\hat{x}_i, \bar{x}_i \right)$.

Тоді для знаходження вектору розподілу витрат $\left(x_1, x_2, ..., x_n \right)$ потрібно розв'язати таку задачу лінійного (зважаючи на вигляд функцій належності) програмування:

$$
\begin{aligned}
& \lambda \to \max, \\
& \mu_k \left(x_k \right) \geq \lambda, \ \forall k \in N, \\
& \sum_{i \in N} x_i = c, \\
& 0 \leq \lambda \leq 1, x_k \geq 0, k \in N.
\end{aligned}
$$

В результаті отримаємо вектор витрат $\left(x_1, x_2, ..., x_n \right)$ і степінь задоволеності агентів цим розподілом – λ. Якщо дана величина не задовольняє ОПР, потрібно встановити інші значення для величин поступок α_i, β_j.

Для рівневого податку нечітке узагальнення вводиться аналогічно. Спершу встановлюємо величини субсидій, потім розподіляємо між агентами, що залишились величину $\Delta + c$ («дефіцит»+витрати). Розподіл знаходиться із розв'язку задачі лінійного програмування, аналогічній попередній.

Нехай величина витрат $c = \left(\underline{c}, \hat{c}, \overline{c} \right)$ є нечітким числом трикутного вигляду. В цьому випадку потрібно розглянути дві задачі – задачу оптиміста ($c \in \left[\underline{c}, \hat{c} \right]$) і задачу песиміста ($c \in \left[\hat{c}, \overline{c} \right]$):

$$
\begin{aligned}
& \lambda \to \max, \\
& \mu_k \left(x_k \right) \geq \lambda, \ \forall k \in N, \\
& \mu_c(c) \geq \lambda, \\
& \sum_{i \in N} x_i = c, \\
& 0 \leq \lambda \leq 1, x_k \geq 0, k \in N, c \in \left[\underline{c}, \hat{c} \right].
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
& \lambda \to \max, \\
& \overline{\mu}_k \left(x_k \right) \geq \lambda, \ \forall k \in N, \\
& \mu_c(c) \geq \lambda, \\
& \sum_{i \in N} x_i = c, \\
& 0 \leq \lambda \leq 1, x_k \geq 0, k \in N, c \in \left[\hat{c}, \overline{c} \right]
\end{aligned}
$$

Тут $\mu_c(c)$ – функція належності спільних витрат, а функції належності витрат агентів знаходяться із умови, що ПП обчислюється для $\hat{c}$ (для задачі оптиміста) або $\overline{c}$ (для задачі песиміста). $\overline{\mu}_k \left(x_k \right)$ (для задачі песиміста) – це нові функції належності агентів.

Розв'язавши обидві задачі, за кінцевий розподіл вибираємо той, для якого λ є більшим. Якщо ж λ є однаковим у обох випадках, вибір розподілу залишається на розсуд ОПР.

Нечіткі узагальнення класичної моделі розподілу витрат дозволяють враховувати нечіткість вхідних даних, властиву реальним умовам, а також можуть застосовуватися до конкретних практичних задач (наприклад до задачі про банкрутство, а також до моделі природної монополії [3]).

1. Мулен Э. Кооперативное принятие решений.-М: Мир, 1991.-464с.
2. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с
3. Волошин А.Ф., Лавер В.О. Нечеткие обобщения модели распределения затрат; In: Information Models of Knowledge №19, ITHEA Sofia-Kiev, 2010, 215-200 ст.
4. Moulin, Herve. "Axiomatic Cost and Surplus-Sharing," Working Papers 2001-06, Rice University, Department of Economics, 2001.

УДК 577.4:517.9

Герасин С.Н., Яковлева И.А.
Харьковский национальный университет внутренних дел
Тел: (050)6607196, e–mail: sgerasin@mail.ru, yakovleva-irine@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НЕОДНОРОДНОЙ МОДЕЛИ ЛЕСЛИ К ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ

Прогнозирование и расчет численности популяции с учетом возрастного распределения, представляет собой актуальную и трудно решаемую задачу. Одной из ее модификаций является прогнозирование возрастной структуры населения в рамках конкретного региона. В данной работе рассмотрен подход к решению такого класса задач с использование неоднородной модели Лесли .

Неоднородной моделью Лесли называется модель вида [1]

$$x(k+1) = L^{(k)}x(0), \qquad L^{(k)} = L_1 \cdot L_2 \cdot \ldots \cdot L_k,\ k = 1,2,..., \tag{1}$$

где L_k -матрица Лесли k-го шага.

В переходной матрице Лесли L_k $(n \times n)$ элементы первой поддиагонали β_i $(i = \overline{1,n})$ – это коэффициенты выживаемости, а элементы первой строки α_i $(i = \overline{1,n})$ – коэффициенты рождаемости. Все остальные элементы переходной матрицы равны нулю.

Динамика неоднородной модели изучена очень слабо (будучи во многом схожа с динамикой однородной модели Лесли [2] имеет и некоторые отличия). В тоже время данная модель несомненно реалистичней.

В докладе изучено понятие слабой эргодичности произведения неотрицательных матриц. Показано, что произведение матриц Лесли обладает свойством слабой эргодичности. Это означает, что доля особей каждого возрастного класса по отношению к общей численности популяции остается неизменной, хотя общая численность может изменяться с течением времени. Формально данное утверждение описывается следующим соотношением

$$\sum_{i=1}^{n} x_i\,(t_o) l_{ik}^{(0,n)} \Big/ \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{n} x_i\,(t_o) l_{is}^{(0,n)} \sim l_{qk}^{(0,n)} \Big/ \sum_{s=1}^{n} l_{qs}^{(0,n)} . \tag{2}$$

Видно, что предел не зависит от выбора начального распределения.

В рассматривается модификация неоднородной модели Лесли на случай отрицательных коэффициентов рождаемости. Доказана теорема об эргодичности режима воспроизводства популяций, которые описываются данной модифицированной неоднородной моделью Лесли. Также прогнозировалась возрастная динамика населения в рамках конкретного региона на основе данной модифицированной модели Лесли с отрицательными коэффициентами рождаемости [3].

Список литературы

1. Балакирева А. Г., Герасин С. Н., Яковлев С. В. Исследование асимптотических свойств неоднородной модели Лесли // Питання прикладної математики і математичного моделювання. – 2011. – С.3–15.
2. Leslie P.H. On the use of matrices in certain population mathematics // Biometrica.– 1945. – V.33.– N3.– P.183-212.
3. Герасин С. Н., Балакирева А. Г. Динамика возрастного распределения в операторной модели Лесли // Вісник ХНУ «Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління». – 2011. – №960. – С. 5–12.

УДК 519.853

Гецко О.М.
ДВНЗ УжНУ

ОЦІНКА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ СКЛАДНОСТІ ВІДОКРЕМЛЕННЯ ТА УТОЧНЕННЯ НАБЛИЖЕНОГО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ГЛОБАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИ РОЗПАРАЛЕЛЮВАННІ ОБЧИСЛЕНЬ

При чисельній реалізації модифікованого εs-алгоритму відокремлення всіх ізольованих розв'язків системи нелінійних скалярних рівнянь (СНСР) та їх уточнення ітераційними методами актуальним є питання знаходження оцінки обчислювальної складності при паралельному обчисленні, яка в даному випадку складається із двох компонент: оцінки складності εs-алгоритму до моменту відокремлення усіх ізольованих розв'язків і оцінки обчислювальної складності ітераційного методу уточнення розв'язків до отримання ε-розв'язку за аргументом або нев'язкою.

Специфіка наближеного розв'язування нелінійних рівнянь є такою, що відокремлення ізольованих розв'язків за допомогою модифікованого εs-алгоритму передбачає розбиття області $Q=\Omega_n$ на підобласті $Q_i=\Omega_{ni}$, $i=1,\dots,l$, де l – кількість паралельно підключених комп'ютерів для паралельного відокремлення розв'язків за рахунок розбиття підобластей $Q_i=\Omega_{ni}$ послідовністю ε_{ki}-сіток та відображення її вектор-функцією $F(u)$ в послідовність γ_{ki}-сіток, що належить $Q_i=\Omega_{ni}$. Шляхом перевірки виконання певних умов, наведених в [1], формуються послідовності із елементів ε_{ki}-сіток розв'язувальні послідовності, що збігаються до різних розв'язків.

За оцінку $N_i(\varepsilon)$ обчислювальної складності модифікованого εs-алгоритму приймається оцінка загального числа елементів ε_{ki}-сіток, на яких обчислюється значення вектор-функції $F(u)$, до відокремлення всіх розв'язків або до одержання ε-розв'язків по нев'язці для всіх точних розв'язків СНСР. Загальна оцінка обчислювальної складності модифікованого εs-алгоритму обраховується як сума всіх оцінок $N_i(\varepsilon)$, $i=1,\dots,l$

Уточнення відокремлених розв'язків передбачає виконання достатніх умов теорем існування єдиного розв'язку у кулі $S(v,r)$ і збіжності відповідного ітераційного методу. Вибір та застосування того чи іншого ітераційного методу пов'язаний як з простотою схеми його реалізації так і з оцінкою його обчислювальної складності, яка істотно залежить від точності за нев'язкою або за аргументом шуканого розв'язку і характеризується обчислювальною складністю ітераційного оператора. Очевидно, що за однієї і тієї ж точності розв'язку обчислювальна складність різних ітераційних методів буде різною.

Найкращим критерієм порівняння ітераційних методів можна вважати порівняння за кількістю операцій при даній точності, або співвідношення кількості ітерацій різних методів до простої ітерації. Але таке порівняння можна проводити тільки тоді, коли за однакових достатніх умов будуть працювати різні ітераційні методи разом з методом простої ітерації, що має найпростішу схему своєї реалізації.

За оцінку $N_k(\varepsilon)$ обчислювальної складності ітераційного методу уточнення всіх відокремлених розв'язків приймемо: $N_k(\varepsilon)=\sum_{j=1}^{l}k_j\theta$, де k_j – число ітерацій, визначених згідно (3) для кожного відокремленого розв'язку, θ – оцінка складності одної ітерації.

Література

1. Бабич М.Д., Шевчук Л.Б. Об одном алгоритме приближенного решения систем нелинейных уравнений// Кибернетика. – 1982. – №2. – С. 74-79.
2. Приближенное решение операторных уравнений / М.А. Красносельский, Г.М. Вайникко, П.М. Забрейко и др. – М.: Наука, 1969. – 455с.
3. Бабич М.Д., Гецко А.М. О точности и вычислительной сложности алгоритмов численного решения некоторых классов задач глобальной оптимизации. // УСиМ. – 2008. – №5. – с. 29–37.

УДК 681.14

Гече Ф.Е.
Ужгородський національний університет
fgeche@hotmail.com. 097-77-515-66

ПРЕДСТАВЛЕННЯ І РОЗПІЗНАВАННЯ БІНАРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ У ПРОСТОРІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ВЕКТОРІВ

Нехай A' — довільне нормалізоване двовимірне бінарне зображення [1] рецепторного поля $2^r \times 2^s \left(n = r+s\right)$ і $A = \varphi(A') \subset Z_2^n$, де φ — закон(правило), за яким кожному рецептору, зайнятому зображенням A', однозначно ставиться у відповідність n-вимірний бульовий вектор. Множину A за допомогою порогового оператора p [2] можна однозначно розкласти на p-підмножини $H_i = \mathbf{a}_i p(\mathbf{a}_i A)$ відносно точок розкладу $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t$ із відповідними мітками $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$. Це означає, що зображення A' відносно точок розкладу $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t$ та міток $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$ однозначно можна задати упорядкованою послідовністю p-фрагментів $H'_i = \varphi^{-1}(H_i)$, тобто:

$$A' \to \left(H'_1, H'_2, ..., H'_t\right).$$

Кожній p-множині H_i однозначно ставиться у відповідність $n - j_i + 1$-вимірний вектор $\mathbf{v}_i$, де j_i − індекс p-множини H_i. Отже, бінарне зображення A' однозначно можна задати упорядкованою послідовністю інформаційних векторів $(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, ..., \mathbf{v}_t)$ і далі відображення

$$\Delta : A' \to \left(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, ..., \mathbf{v}_t\right)$$

будемо називати представленням бінарного зображення A' у просторі інформаційних векторів відносно точок розкладу $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t$ із відповідними мітками $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$.

Фрагменти H'_i бінарного зображення A' можна розглядати як його характерні ознаки, за якими можна відрізнити A' від інших бінарних зображень.

Нехай A'_1, A'_2 — нормалізовані двовимірні бінарні зображення і

$$\Delta : A'_1 \to \Delta(A'_1) = \left(\mathbf{v}_1^1, \mathbf{v}_2^1, ..., \mathbf{v}_t^1\right),$$

$$\Delta : A'_2 \to \Delta(A'_2) = \left(\mathbf{v}_1^2, \mathbf{v}_2^2, ..., \mathbf{v}_t^2\right)$$

їх представлення у просторі інформаційних векторів відносно точок розкладу $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t \in A_1 \cap A_2$ з відповідними мітками $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$.

На множині пар інформаційних векторів $\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right)(i = 1,2,...,t)$ побудовано функціонал "схожості" $-\mu^*$ і функціонал "відмінності " $-\mu_*$ відповідних p-множин H_i^1, H_i^2 (p-фрагментів $H'_i = \varphi(H_i)$) бінарних зображень A'_1, A'_2.

Ці функціонали μ_*, μ^* мають наступні властивості:

1) на будь-якій парі інформаційних векторів $\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right)$ p-множин H_i^1, H_i^2 $\mu_*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right)$, $\mu^*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) \in [0;1]$;
2) $\mu_*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) + \mu^*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) = 1$;
3) якщо $\sigma_i^1 = \sigma_i^2$ і $\mu^*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) = 1$, то $H_1 = H_2$;
4) якщо $\sigma_i^1 = \sigma_i^2$ і $\mu^*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) = 0$, то $H_1 \cap H_2 = \varnothing$.

Ідентичність представлення двох двовимірних бінарних зображень A'_1, A'_2 у просторі інформаційних векторів відносно заданих точок розкладу $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t$ і міток $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$ визначимо так:

$$\Delta(A_1') = \Delta(A_2') \overset{def}{\Leftrightarrow} \mu^*\left(\mathbf{v}_i^1, \mathbf{v}_i^2\right) = 1,\ i = 1,2,...,t.$$

У просторі інформаційних векторів двовимірних бінарних зображень визначимо операцію $\prec$ наступним чином:

$$\Delta(A_1') \prec \Delta(A_2') \overset{def}{\Leftrightarrow} \left(\mathbf{v}_1^1 \prec \mathbf{v}_1^2\right) \& \left(\mathbf{v}_2^1 \prec \mathbf{v}_2^2\right) \& \ldots \& \left(\mathbf{v}_t^1 \prec \mathbf{v}_t^2\right).$$

Теорема 1. *Якщо точки* $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t \in A_1 \cap A_2$ *утворюють повну систему точок розкладу для двовимірного бінарного зображення* A_1' *з відповідними мітками* $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$, *то*

$$\Delta(A'_1) \prec \Delta(A'_2) \Rightarrow A_1' \text{ є фрагментом } A_2'.$$

Теорема 2. *Якщо точки* $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t \in A_1 \cap A_2$ *утворюють повну систему точок розкладу для двовимірного бінарного зображення* A_1' *з відповідними мітками* $\sigma_1, \sigma_2, ..., \sigma_t$ *і* $\Delta(A_1') = \Delta(A_2')$, *то:*

– $A_1' = A_2'$, *якщо точки* $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, ..., \mathbf{a}_t$ *утворюють повну систему точок розкладу для двовимірного бінарного зображення* A_2';

– A_1' *є фрагментом для* A_2', *якщо точки* $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \ldots, \mathbf{a}_t$ *не утворюють повну систему точок розклад для двовимірного бінарного зображення* A_2'.

Використовуючи властивості функціоналу μ^*, можна побудувати різні алгоритми розпізнавання двовимірних бінарних зображень.

Слід відзначити, що представлення p-фрагментів двовимірних бінарних зображень у просторі інформаційних векторів є ефективним з точки зору компресії інформації. Дійсно, якщо H' — p-фрагмент двовимірного бінарного зображення A' рецепторного поля $2^r \times 2^s\ (n = r + s)$ відносно точки $\mathbf{a} \in Z_2^n$ і t — таке найменше невід'ємне ціле число, що

$$H_\xi^\sigma = \left(L_j\, 0 \ldots 0\right) \nabla \left(\mathop{\nabla}_{r=0}^{t} \left(L_{j+r}^*\left(q_r\right)\, 0...0\right)\right),$$

де L_j – матриця толерантності [3], то з нерівностей $2^{j-1} > q_0 \geq q_1 \geq ... \geq q_t$ та з побудови інформаційного вектора $\mathbf{v}_H$ випливає, що коефіцієнт компресії κ_H p-фрагмента H' (у бітах) задовольняє умови:

– якщо $\mathbf{a} \in A(A = \varphi(A'))$, то $\kappa_H \geq 2^n / (j(t+1) + 2(n - j - t))$;
– якщо $\mathbf{a} \notin A$, то $\kappa_H = 2^{n-1}/(n+1)$.

Література

1. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений / Б. В. Анисимов, В. Д. Курганов, В. К. Злобин. – М. : Высш. шк., 1983. – 295 с.
2. Гече Ф. Аналіз дискретних функцій та синтез логічних схем у нейробазисі : [Монографія] / Ф. Гече. – Ужгород : Видавництво В. Падяка, 2010 – 210 с.
3. Гече Ф. Бульові нейрофункції і синтез розпізнавального пристрою у нейробазисі / Ф. Гече, В. Коцовський, С. Ковальов, А. Батюк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів, 2007. – № 598. – С. 44-50.

УДК 338.32:519.86

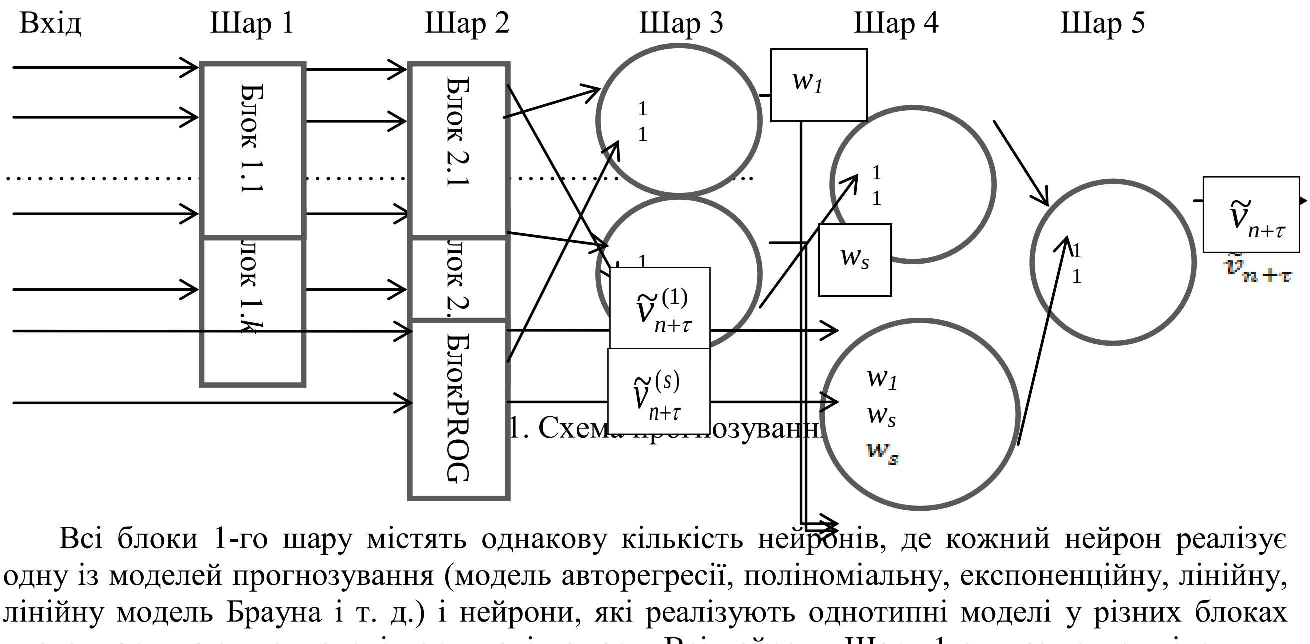
Гече С.Ф.
Ужгородський національний університет
sage7777@ukr.net. 050-515-25-86

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВ

В умовах ринкової економіки, особливо під час кризи, коли постійно виникає проблема нестачі фінансових ресурсів, спостерігається високий рівень фізичного зносу обладнання через відсутність рівномірного його відновлення і постає питання більш ефективного використання основних засобів підприємства. Тому актуальною проблемою є аналіз та прогнозування технічного стану основних засобів підприємства.

За допомогою певних груп показників можна оцінити технічний стан основних засобів підприємства і визначити інтенсивність їх оновлення[1]. Через групи показників [2,3] можна оцінити ефективність використання основних засобів підприємства. У праці [4] показано, що послідовність значень кожній з цих показників можна розглядати як часовий ряд. Отже, розроблення ефективних методів прогнозування часових рядів є актуальною прикладною задачею і має важливе економічне застосування.

Нехай $v_1, v_2, ..., v_n$ часовий ряд, що відповідає певному показнику оцінювання ефективності використання основних засобів підприємства. Для прогнозування часового ряду v_i $(i = 1,2,...,n)$, тобто для знаходження прогнозованого значення $\widetilde{v}_{n+\tau}$ часового ряду в момент часу $t = n + \tau$, де τ крок прогнозування $(\tau = 1,2,...)$, побудуємо наступну нейромережеву схему:



1. Схема прогнозування

Всі блоки 1-го шару містять однакову кількість нейронів, де кожний нейрон реалізує одну із моделей прогнозування (модель авторегресії, поліноміальну, експоненційну, лінійну, лінійну модель Брауна і т. д.) і нейрони, які реалізують однотипні моделі у різних блоках цього шару мають однакові порядкові номери. Всі нейрони Шару 1 синтезуються відомими методами [5] і реалізують оптимальну модель у межах відповідного класу.

Кожний Блок $2.m$ $(m = 1,2,....,k)$ 2-го шару містить рівно стільки нейронів скільки є нейронів у Блоці 1.m. У Блоці $2.m$ кожний нейрон має два входи і ваговий вектор (1,1), де на перший вхід подається значення v_{n-k+m}, а на другий прогнозоване значення $\widetilde{v}^{\tau}_{n-k+m,i}$ де *i*-порядковий номер нейрона у Блоці 1.m. Функція активації *i*-го нейрона у Блоці $2.m$ задається так: $\exp(-(v_{n-k+m} - \widetilde{v}^{(\tau)}_{n-k+m,\,i})^2)$. Нейрон з порядковим номером r Блока $2.m$

пов'язано з r-м нейроном Шару 3 наступним чином: від r–го нейрона Блока 2.m на m–й вхід r–го нейрона 3-го шару подається сигнал $f_{m,r}^{(\tau)}$, де

$$f_{m,r}^{(\tau)} = \begin{cases} 1 \text{ , } \textit{якщо } r = \arg\max(\exp(-(v_{n-k+m} - \tilde{v}_{n-k+m,r}^{(\tau)})^2), \\ 0, \qquad \textit{в іншому випадку.} \end{cases}$$

Нейрони 3-го шару є лінійними і всі вагові коефіцієнти кожного нейрона дорівнюють 1. На виході i-го нейрона Шару 3 отримуємо число w_i. Третій шар, крім лінійних нейронів ще містить один БлокPROG , що містить рівно стільки нейронів скільки є прогнозуючих моделей в одному блоці 1-го шару. Ці нейрони реалізують відповідні прогнозуючи моделі і їх порядкові номери співпадають з порядковими номерами нейронів, які знаходяться у блоках Шару 1.

Четвертий шар містить два лінійних нейронів. Перший нейрон має s входів і кожний його ваговий коефіцієнт дорівнює 1 і на виході визначає суму: $w_1 + w_2 + ... + w_s$, де s– кількість різних прогнозуючих моделей у кожному блоці Шару 1.

Другий нейрон цього шару має вагові коефіцієнти $w_1, w_2, ..., w_s$. Якщо через $\tilde{v}_{n+\tau}^{(i)}$ позначити результат прогнозу i-ої моделі БлокуPROG, то на виході другого нейрона Шару 4 матиме: $w_1\tilde{v}_{n+\tau}^{(1)} + ... + w_s\tilde{v}_{n+\tau}^{(s)}$.

П'ятий шар містить один нейрон, що має два входи , ваговий вектор (1,1) і функцію активації $\tilde{v}_{n+\tau} = \dfrac{w_1\tilde{v}_{n+\tau}^{(1)} + ... + w_s\tilde{v}_{n+\tau}^{(s)}}{w_1 + w_2 + ... + w_s}$.

Блоки 2.m ($m = 1,2,....,k$) визначають прогнозуючі моделі, які є найкращими на m–ому етапі прогнозування і на виході схеми маємо опуклу лінійну комбінацію найкращих моделей.

Зауваження. Розроблена схема допускає узагальнення і на той випадок, коли у прогнозуванні враховуються оцінки експертів.

Література

1. Череп А. В. Ефективність використання основних фондів підприємства/ А. В. Череп, А. А. Клименко [Електронний ресурс.] – Режим доступу: www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Dtr_ep/2009_6/files/ekon06_09_43_Cherep_Climenko.pdf
2. Круш П. В. Капітал на основні засоби підприємства: навч. посіб. для вузів / П. В. Круш, В. І. Подвігіна, О. В. Кліменко. – К.: Центр. навч. літ., 2008. – 166 с.
3. Федорова В. А. Економіка підприємства та міжнародних компаній: навч. посіб. для вузів / В. А. Федорова, О. А. Соловйова. – К.: Центр. навч. літ., 2008. – 416 с.
4. Слава- Продан С. С. Оцінювання ефективності використання основних засобів промислових та автотранспортних підприємств / С. С. Слава – Продан, С. Ф. Гече // Науковий вісник УжНУ. Сер. Економіка. – Ужгород, 2011. – Вип. 33. – ч.4. – С. 119-123,
5. Кухарев В.Н. Экономико-математические методы и модели в планировании и управлении/В.Н. Кухарев, В.И. Салли, А. М. Эрперт. – К. Выща школа., 1991. – 302 с.

УДК 519.6

Глебена М.І., Цегелик Г.Г.
Ужгородський національний університет, Львівський національний університет ім. І. Франка

ПРО ТОЧНІСТЬ АПРОКСИМАЦІЇ ФУНКЦІЇ ДВОХ ДІЙСНИХ ЗМІННИХ НЕКЛАСИЧНОЮ МАЖОРАНТОЮ НЬЮТОНА

В [1] розроблено апарат некласичних мажорант і діаграм Ньютона функцій двох дійсних змінних, заданих таблично. В [2] цей апарат використано для побудови формули для наближеного обчислення визначених подвійних інтегралів. В [3], використовуючи властивості некласичних мажорант і діаграм Ньютона, побудовано чисельні методи відшукання абсолютного екстремуму негладких логарифмічно вгнутих функцій двох дійсних змінних. В доповіді розглянемо питання точності наближення функції двох дійсних змінних некласичною мажорантою Ньютона.

Нехай функція двох дійсних змінних $z = f(x,y)$ задана своїми значеннями в точках (x_i, y_j) $(i = 1,2,\ldots,n; \quad j = 1,2,\ldots,m)$: $f(x_i, y_j) = z_{ij}$ $(i = 1,2,\ldots,n; \quad j = 1,2,\ldots,m)$,
де $x_1 < x_2 < \ldots < x_n$, $y_1 < y_2 < \ldots < y_m$, $|z_{ij}| = a_{ij} \le M$ і $a_{11} \cdot a_{1m} \cdot a_{n1} \cdot a_{nm} \ne 0.$

В просторі xyz побудуємо точки зображення $P_{ij}(x_i, y_j - \ln a_{ij})$ $(i = 1,2,\ldots,n; \quad j = 1,2,\ldots,m)$ і з кожної точки P_{ij} проведемо півпряму в додатному напрямі осі Oz, перпендикулярно до площини xy. Множину точок цих півпрямих позначимо через S, а її опуклу оболонку – через $C(S)$. Для кожної точки $(x,y) \in R$, де $R = \{(x,y) |\ x_1 \le x \le x_n, y_1 \le y \le y_m\}$, визначимо точку $B(x,y,\kappa(x,y))$, де

$$\kappa(x,y) = \inf_{(x,y,z)\in C(S)} z.$$

Множина точок $B(x,y,\kappa(x,y))$, $(x,y) \in R$, утворює багатогранну поверхню, яка обмежує $C(S)$ знизу. Ця поверхня називається некласичною діаграмою Ньютона функції $z = f(x,y)$ на R, а її рівняння $z = \kappa(x,y)$, $(x,y) \in R$. Функція

$$M_f(x,y) = \exp(-\kappa(x,y)), \quad (x,y) \in R,$$

називається некласичною мажорантою Ньютона функції $z = f(x,y)$ на R.

Нехай областю, в якій треба наблизити неперервну функцію $f(x,y)$, є прямокутник $D = \{(x,y) | a \le x \le b, c \le y \le d\}$ і $h_1 = (b-a)/n$, $h_2 = (d-c)/m$.

Теорема. Якщо виконуються умови $1 \le f(x,y) \le M, \quad \forall (x,y) \in D,$

$$|f(x_1,y_1) - f(x_2,y_2)| \le L(|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|), \quad \forall (x_1,y_1),(x_2,y_2) \in D,$$

то точність наближення функції $f(x,y)$ мажорантою Ньютона $M_f(x,y)$ визначається нерівністю

$$|f(x,y) - M_f(x,y)| \le 2hL(1+M),$$

де $h = \max(h_1, h_2)$.

1. Цегелик Г.Г. Апарат некласичних мажорант і діаграм Ньютона функцій двох дійсних змінних, заданих таблично / Г.Г. Цегелик, Н.В. Федчишин // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. мех.-мат. -1998. -Вип.50. С.209-211.
2. Цегелик Г.Г. Нова формула мажорантного типу для наближеного обчислення подвійних інтегралів / Г.Г. Цегелик, Н.В. Федчишин // Волинський матем. вісник. -2000. -Вип.7. С.159-164.
3. Глебена М.І. Чисельний метод відшукання екстремуму негладких функцій двох дійсних змінних / М.І.Глебена, Г.Г.Цегелик // Прикладні проблеми механіки і матем. – 2007. – Вип.5 С. 17-21.

УДК 519.6

Гожий А.П.
Черноморский государственный университет им. П.Могилы
alex_daos@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ СЦЕНАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Задачи сценарного планирования характеризуются большим количеством неопределеностей различного типа, которые оказывают значительное влияние на процесс создания сценариев и на оценивание эффективности построенных сценариев.[1] Среди наиболее сложных и информационно насыщенных задач сценарного планирования можно выделить следующие: построение множества альтернативных сценариев с учетом всех возможных тенденций и неопределенностей (среды, целей), построение эффективных прогнозных сценариев, построение результирующего сценария. Для решения задач построения сценариев используются четыре основных группы методов, на основе которых, создаются информационные технологии построения сценариев. Это методы обработки и анализа качественной и количественной информации, теоретико-графовые методы построения и моделирования сценариев, методы прогнозирования, и методы принятия решений. По типу исходной информации и неопределенностей в задачах сценарного планирования, задачи принятия решений являются многокритериальными и многоцелевыми.

Главная особенность многоцелевых задач принятия решений, это наличие конфликтующих между собой целей. Многоцелевая задача принятия решений для задач сценарного планирования формулируется следующим образом:

$$\underset{x \in D}{\text{Minimize}} \quad f(\mathbf{x}) = \{ f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \ldots, f_m(\mathbf{x}) \}$$

где $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \ldots\ldots x_n)$ вектор переменых из n-мерного сценарного пространства. D является возможным пространством решений, и $f_i(\mathbf{x}), i = 1,2,\ldots\ldots,m$ целевые функции.

Существуют два основных подхода к решению многоцелевых задач принятия решений. Один из них заключается в объединении отдельных целей и функций в единую сложную функцию.В этом случае определение единой цели возможно с помощью известных методов таких, как теория полезности, метод взвешенных сумм и т.д., но при этом возникает еще одна проблема, которая заключается в правильном выборе весов или функции полезности для характеристики предпочтения решений. На практике точно подобрать эти веса, может быть очень сложно, даже для эксперта в проблемной области. Усугубляет этот недостаток то, что необходимо масштабирование, среди целей и весов и это может иногда приводить к весьма различным решениям. В любом случае будет получено одно решение, а не набор решений, которые могут быть проверены на предмет компромиссов. Для этого случая ЛПР, часто предпочитают множество хороших решений учитывая многочисленные цели. Второй подход заключается в определении всего Парето-оптимального множества решений. Во время рассмотрения каждого Парето-решения всегда существует компромис, при котором определенное количество решений жертвуется в пользу одной или нескольких целей, чтобы достичь определенное количество оптимальных вариантов, из которых затем выбирается окончательное решение, которое, всегда является компромисным. Парето-оптимальные множества могут быть различного размера, но размер множества Парето обычно возрастает с увеличением количества критериев и целей.

Возможным подходом к эффективному решению многоцелевых задач является исследование множества решений, каждое из которых удовлетворяет цели на приемлемом уровне, без доминирования какого-либо из решений. В последнее время для решения многокритериальных и многоцелевых задач часто применяются многокритериальные генетические алгоритмы.[2] Основное отличие от традиционных генетических алгоритмов,

заключается в использовании специализированных функций принадлежности и внедрением методов для работы с множеством решений.

Было рассмотрено ряд многокритериальных генетических алгоритмов, основанных на обработке множества Парето, таких как MOGA, SPEA, NSPGA, AMGA. Наиболее эффективным с точки зрения вычислительной сложности является алгоритм MOGA. На его основе была разработана вычислительная процедура принятия решений при генерации сценариев при решении многоцелевой задачи. Алгоритм представлен на рис.1. Результаты работы алгоритмаэффективны.

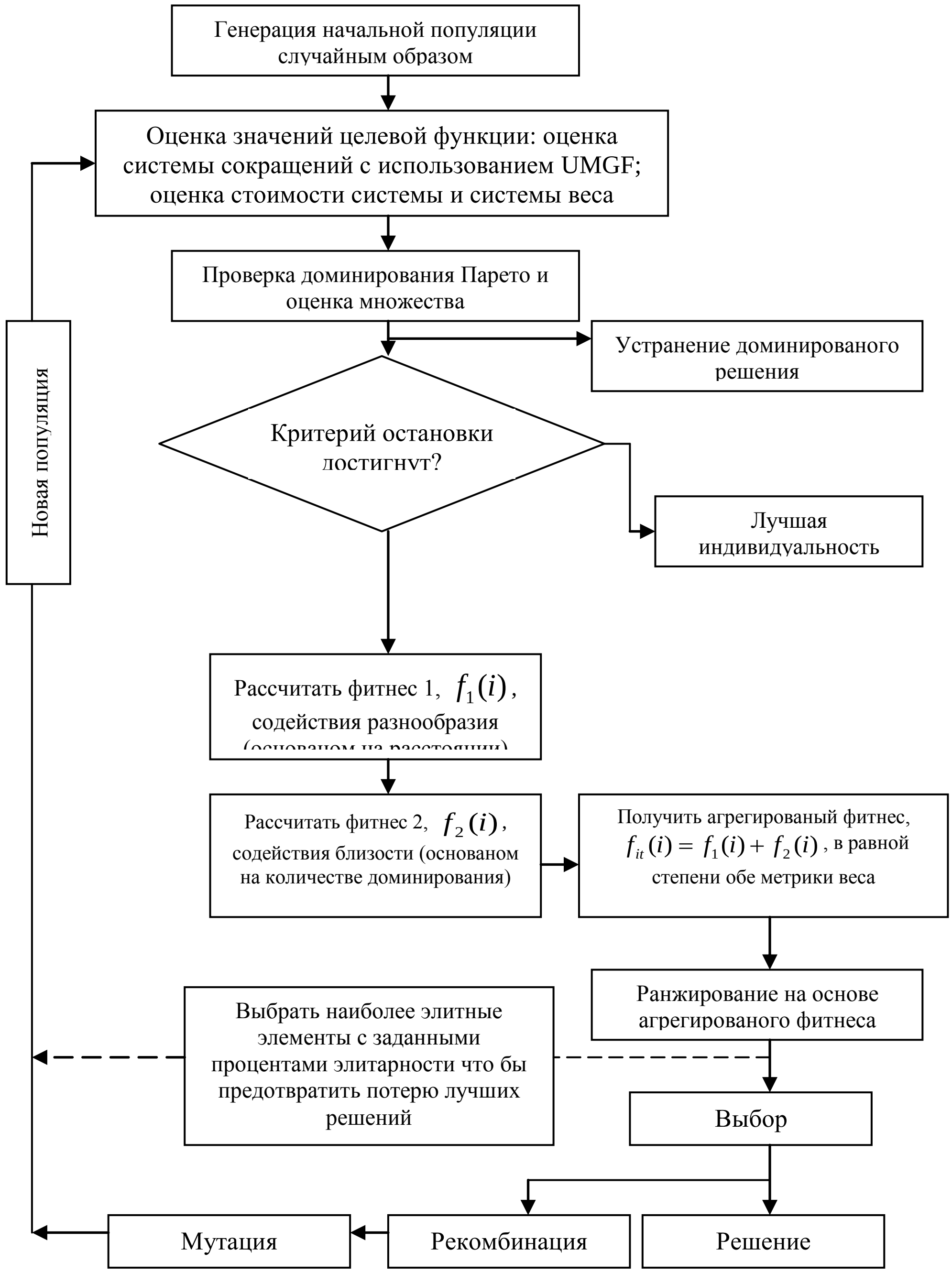


Рис.1 Процедура прийняття рішень на основі MOGA

Литература

1. Гожий О.П. Дослідження невизначеностей в задачах сценарного планування //Вісник Національного університету «Львівська політехніка» : Львів,2011 - серія «Комп’ютерні науки та інформаційні технології» -Вип.710, - с.60-64.
2. Carlos A.Coello Coello, Gary B. Lamont, David A. Van Veldhuizen Evolutionary Algorithms for Solving Multi-objective Problems.Isecond-edition: Springer.2007.

УДК. 681.3

Головач И.И.
УжНУ, Ужгород
holovacs@ektf.hu

ОПТИМАЛЬНОСТЬ В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ

В настоящее время концепция системы является центральной в биологии. *Н.Винер* писал, что "главные проблемы биологии...связаны с системами и их организацией во времени и пространстве" [1]. Развитие кибернетического подхода в биологии в первую очередь связано с работами *П.К.Анохина* и *Н.М.Амосова*.

Исследования показали, что для оптимального функционирования живых систем важную роль играют особые числа, в первую очередь золотое сечение и числа Фибоначчи. Еще *И.Кеплер* обнаружил в некоторых растениях золотое сечение. *А.Цейзинг* считал, что золотое сечение является важным фактором морфологии живых организмов. *В.И.Коробко* и *Г.Н. Коробко* исследовали роль золотой пропорции для оптимального функционирования организма человека (ритмы в различных органах и другие параметры) [2]. Оптимизация биологических систем подразумевает в первую очередь минимизацию энергозатрат. Живые организмы, как с инженерной, так и с математической точек зрения совершенны, а значения их параметров часто находятся на физически достижимых границах, определяемых естественными законами. В настоящее время уже ясно, что в биологии гармония и оптимальность взаимосвязаны. Приведем несколько примеров.

Функционирования сердца человека и млекопитающих. Комплексные исследования, проведенное *В.Д.Цветковым* показали, что оптимальная (в смысле минимума затрат энергии) деятельность сердца обусловлена золотым сечением и числами Фибоначчи. „Золотой" режим кровоснабжения организма является для сердца самым экономичным. Кроме того, оптимум деятельности сердца сохраняется на каждом иерархическом уровне: мышечных клеток; слоев миокарда; при сопряжении сердца и артериальной нагрузки. *Цветков В.Д.* считает, что „золотые числа составляют основу здоровья человека и млекопитающих. Золотые отношения являются своего рода базой отсчета нормы, относительно которой можно произвести анализ изменений параметров сердца здоровых людей и животных при изменении того или иного параметра среды обитания). Отклонения от золотых отношений могут быть использованы в качестве критерия диагностики патологических изменений сердечной деятельности" [3].

Оптимальная температура тела. Для протекания биологических процессов в воде необходим диапазон температур 36-42°. При температуре воды примерно 37^{o} обратимые биохимические реакции в клетках равновероятны в обе стороны, а при температуре $36{,}8^{o}$ теплоемкость воды минимальна. При этих температурах затраты энергии для биохимических реакций в клетке минимальны. Следовательно, нормальную температуру здорового человека ($36{,}6^{o}$ –$37{,}0^{o}$) следует рассматривать, как решение некоторой оптимизационной задачи.

Эритроциты в крови. Установлено, что параметры гемоглобина, который транспортируется эритроцитом, оптимальны. В частности, тороидальная форма эритроцита позволяет максимально и равномерно насыщать его кислородом в легких. Отношение площади поверхности к объему такого тороида равно 1,638, а для сферической формы того же объема - 0,55.

Углы разветвления артериальных сосудов. *Шошенко К.А.* с сотр.
исследуя гидродинамику артериальных коронарных сосудов, установили, что значения углов разветвления этих сосудов с точки зрения затрат энергии оптимальны [4].

Оптимальная структура легких. *Hess W.R.* и *Weibel E.R.* проанализировали структуру легких человека с точки зрения минимизации затрат энергии при прохождении воздуха через легкие. Движение потока воздуха в легких носит ламинарный характер. Воздух проходит через древовидную систему каналов. Сначала гортань разветвляется на два канала одинакового меньшего диаметра, затем каждый разветвляется на два канала меньшего диаметра, и так до 23-го уровня. Установлено, что отношение диаметров каналов

любых двух соседних уровней *d1* и *d2* одинаково и равно *d2/d1*=0,8. Инженерные расчеты показали, что минимум затрат энергии достигается при *d2/d1* $=2^{(-1/3)}=0,79370$ [5].

Полет перелетных птиц. С точки зрения аэродинамики крылья птиц имеют оптимальную конфигурацию. Для каждого вида птиц существует своя оптимальная скорость, являющаяся функцией конструкции туловища и крыльев, при которой расхода энергии минимален. Например, для *ржанки бурокрылой* – 45 *км/час*; для *карликового попугая* – 41,6 *км/час.* При перелете птицы точно придерживаются оптимальной скорости. Проведен анализ энергозатрат при перелете для *ржанки бурокрылой*. Эта птица каждую осень летит с Аляски на Гавайские острова, пролетая более чем 4000 км без единой посадки. За час полета ржанка бурокрылая теряет 0,6% веса (жир превращается в энергию движения). Это очень низкий уровень расхода энергии. Расход топлива для искусственных летательных аппаратов: вертолет – 4-5%, сверхзвуковой самолетй – 12% [5].

Ферменты - белки, являющиеся катализаторами в живых организмах, без которых жизнь невозможна. Известно примерно 3000 ферментов, которые катализируют 4000 биохимических реакций. Ферменты ускоряют реакции в миллионы и миллиарды раз (небелковые катализаторы только в сотни и тысячи раз) и при этом значительно уменьшается энергия активации реакции. Например, реакция, катализируемая ферментом оротат-карбоксилазой, ускоряется в 10^{17} раз (18 миллисекунд вместо 78 миллионов лет без ферментов).

Эти (а также другие) примеры указывают на то, что функционирование организма на всех уровнях оптимально (экономится энергия и другие ресурсы). Инженерные разработки, для которых имеются аналоги в живой природе (по функциональному назначению), по эффективности значительно уступают биологическим объектам. Поэтому инженеры-конструкторы нередко исследуют функционирование живых организмов с целью заимствования, реализованных в них, идей и решений. В результате этого в 60-тых годах 20-го столетия возникло научное направление - биомиметика (бионика). Таким образом, актуальным является создание базы знаний, которая содержала бы формализованное описание характеристик живых организмов, и которой могли бы воспользоваться инженеры-конструкторы различных специальностей. Нами начаты работы по созданию такой базы знаний БИОНИКА. Разработана общая структура базы знаний. В настоящее время ведутся работы по формализации представления знаний о биологических структурах.

Литература

1. Винер Н. Динамические системы физики и биологии//Вестн. АН СССР. 1964. 7. с. 43
2. Коробко В.И., Коробко Г.Н. Основы структурной гармонии природных и искусственных систем. - Ставрополь, 1995. 350 с.
3. Цветков В.Д. Системная организация деятельности сердца млекопитающих. - Пущино: ПНЦ РАН, 1993. 134 с.
4. Шошенко К.А., Голубь А.С., Брод В.И. и др. Архитектоника кровеносного русла. - Новосибирск: Наука, 1982. 182 с.
5. Gitt, W. Kezdetben volt az információ. – Budapest: EKI, 1998. – 229 p.

УДК 519.6

Горіцина І.А.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
goritsyna@mail.ru

ПОШУК ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ

Індекс глобальної конкурентоспроможності (*The Global Competitiveness Index*) — глобальне дослідження і супроводжуючий його рейтинг країн світу за показником економічної конкурентоспроможності. Показник було розроблено для оцінки потенціалу зростання країн у середньостроковій та довгостроковій перспективі, з огляду на поточний рівень розвитку та з усвідомленням того факту, що конкурентоспроможність – це набір інституцій, політик і факторів, які визначають рівень продуктивності країни.

Індекс увібрав у себе основні новітні економічні ідеї щодо конкурентоспроможності й, з урахуванням складності процесу економічного зростання, бере до уваги зважене середнє значення великої кількості різних складників, кожний з яких відображає один з аспектів конкурентоспроможності. Дванадцять складових конкурентоспроможності згруповані у три групи: базові вимоги, підсилювачі економіки та фактори розвитку інноваційного потенціалу. Вага кожної з груп залежить від стадії економічного розвитку країни групи.

Для визначення стадії, на якій знаходиться економіка тієї чи іншої країни, використовують два критерії Перший це валовий внутрішній продукт на душу населення універсальний доступний показник, за яким можна порівнювати країни. Другий часткою експорту мінеральних ресурсів в загальному експорті країни (товари та послуги).

Країна, економіка якої потрапляє між стадіями, розглядається як «перехідна». Для таких країн ваги основних груп показників змінюються поступово віддзеркалюючи поступовий рух економіки до наступної стадії розвитку. Це дозволяє поступово збільшувати вагу тих груп факторів, які стають більш визначальними в конкурентоспроможності країни, заохочуючи таким чином країни, що поступово просуваються до наступної стадії розвитку.

Для визначення стадії розвитку визначено такі параметри (таб.1)

Таблиця 1.

Валовий національний дохід на душу населення, USD, для визначення стадії розвитку

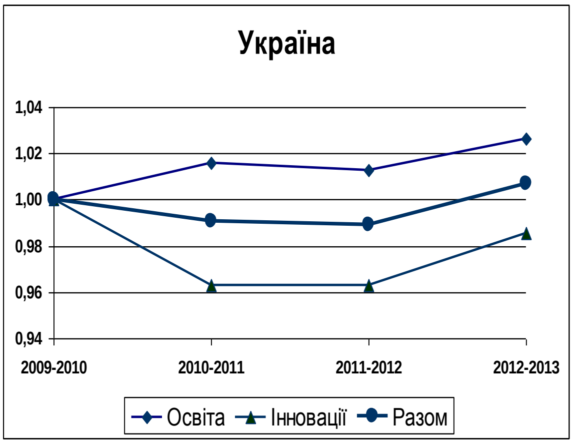
Стадії розвитку	ВНП на душу населення, USD	Вагові частки груп показників, %		
		Базові вимоги	Підсилювачі економіки	Фактори розвитку та інноваційного потенціалу
Стадія 1. Факторно-орієнтована економіка	< 2000	60	35	5
Перехід зі стадії 1 на стадію 2	2000 – 3000			
Стадія 2 Економіка, орієнтована на ефективність	3000 – 9000	40	50	10
Перехід зі стадії 2 на стадію 3	9000 – 17000			
Стадія 3. Інноваційно-орієнтована економіка	> 17000	20	50	30

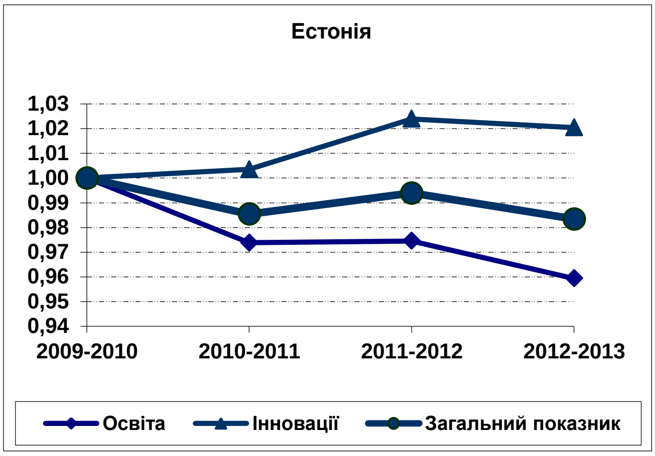
Дві республіки колишнього СРСР мали однакові стартові умови, а зараз їх розділяє майже 50 пунктів цього рейтингу. **Україна**. За останні 5 років країна з 69 місця (2007р.) знизилася до 89 місця (2011) і піднялася на 73 місце у звіті за 2012-2013 р. р. і знову позиціонується як країна з економікою, орієнтованою на ефективність. **Естонія** За останні 5 роки країна з 26 місця (2009р.) знизилася до 35 місця (2010) піднялася на 34 місце у звіті за 2012-2013 р . При цьому у 2010 р. країна була вже на третій стадії розвитку. Зниження ВНП на душу населення спричинило до зміни стадії розвитку із стадії 3 (у 2010р. до цього часу) на

перехідну зі стадії 2 на стадію 3.

Порівняємо динаміку деяких показників цих країн, використовуючи поняття метрик, а саме еквклідові метрики. З групи підсилювачів економіки оберемо 5-ту складову: «Вища освіта й професійна підготовка» Якісна вища освіта та професійна підготовка мають вирішальне значення для економік, які намагаються рухатися вперед ланцюгом створення додаткової вартості, не обмежуючись простими виробничими процесами та продукцією.

Для характеристики інноваційного потенціалу з групи «Фактори розвитку та інноваційного
потенціалу» обираємо 12-ту складову «Інновації» У довгостроковій перспективі підвищення ефективності та рівня життя можливе лише завдяки технологічним інноваціям. Особливе

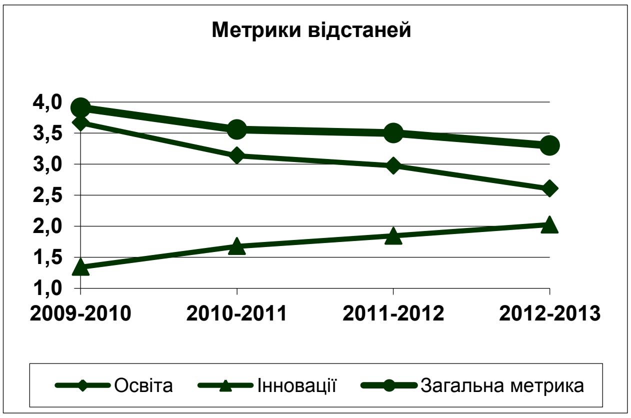




значення інновації мають для розвинених країн, де працюють за найбільш передовими технологіями.

Як бачимо, обидві країни втратили свої позиції через кризу. Залишимо в групах показників лише якісні показники. Приймемо 2010 рік за базовий. Тоді динаміка метрик цих складових виглядатиме так, як показано на рисунках Україна та Естонія.

У період кризи Естонія через незначні коливання все ж покращує свій інноваційний рейтинг. Тимчасове незначне загальне зниження рейтингу за цими двома показниками є наслідком зниження рейтингу в освіті (хоча за бальною оцінкою зниження дуже незначні, або взагалі відсутні). Це і позначається на динаміці загального показника за обраними нами складовими



Україна покращила деякі показники освіти, але за окремими показниками (якість освіти, якість шкіл менеджменту, наявність спеціалізованих дослідницьких та навчальних послуг) продовжує втрачати рейтинг і це заважає виконувати цій складовій функцію підсилювача інноваційної складової. В останньому звіті Україна піднялася на 9 пунктів, і додала в балах 0,1. Завдяки підвищенню рейтингу 5-ої складової, Україна отримала деяке підвищення за двома показниками, що розглядаються. Отже освіта ще неповною мірою стала підсилювачем економіки. Використовуючи поняття евклідової відстані на рисунку «Метрика відстаней» бачимо зростання розриву в інноваційній складовій та зближення показників в освітній сфері. Такий аналіз показників може допомогти у визначенні шляхів наближення та стандартів розвинених країн.

Джерело інформації: Електронний ресурс http//www.weforum.org

УДК 519.8

Гренджа В.І., Брила А.Ю., Попович Л.В.
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
e-mail: Grendzha@ukr.net, Brila_Andrij@ukr.net

ЗАДАЧА ЛЕКСИКОГРАФІЧНО-ЛЕКСИКОГРАФІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ЗАЛЕЖНИМИ ГРУПАМИ КРИТЕРІЇВ

Розглядається лінійна задача лексикографічно-лексикографічної максимізації ([1])

$$\max{}^{LL} c(x),\ x \in X\ , \tag{1}$$

де $c(x)=(c_1(x),c_2(x),...,c_q(x))$ – векторна згортка критеріїв $c_k(x), k=1,2,...,q$ в субординації строгого ранжирування $Rg(1,2,...,q)$, і кожен з критеріїв $c_k(x)=(c_{k1}(x),c_{k2}(x),...,c_{kq_k}(x)), k\in\{1,2,...,q\}$, в свою чергу, є векторною згорткою критеріїв $c_{ki}, i=1,2,...,q_k$ в субординації $Rg(1,2,...,q_k)$.

Для знаходження досяжних оптимальних розв’язків задачі (1) можна знайти ([2,3]) такі додатні коефіцієнти $\lambda_{ki}, k=1,2,...,q, i=1,2,...,q_k$, що розв’язок задачі

$$\max\ L(x)=\sum_{i=1}^{q_1}\lambda_{1i}c_{1i}(x)+\sum_{i=1}^{q_2}\lambda_{2i}c_{2i}(x)+...+\sum_{i=1}^{q_q}\lambda_{qi}c_{qi}(x),\ x\in X\ , \tag{2}$$

є розв’язком задачі (1).

Нехай для векторного критерію $c_k(x)\ (1\le k\le q)$ виконуються умови

$$c_{ki}(x)\ge m_{ki}, m_{ki}\in R, i=1,2,...,q_k\ ,$$

і виконуються аналогічні умови хоча б для одного з векторних критеріїв $c_l(x), l\in J_k$, тобто

$$c_{li}(x)\ge m_{li}, m_{li}\in R, i=1,2,...,q_l, l\in J_k,\ J_k\subset\{1,2,...,q\}\setminus\{k\}.$$

Такий векторний критерій $c_k(x)$ будемо вважати допустимим, а задачу знаходження оптимального розв’язку із врахування d $(d\ge 1)$ допустимих векторних критеріїв якнайвищого рангу назвемо задачею лексикографічно-лексикографічної оптимізації з альтернативними залежними групами критеріїв. Для її розв’язання на основі задач (1), (2) побудуємо задачу

$$\max\tilde{L}(x)=\sum_{i=1}^{q_1}\tilde{\lambda}_{1i}c_{1i}(x)+\sum_{i=1}^{q_2}\tilde{\lambda}_{2i}c_{2i}(x)+...+\sum_{i=1}^{q_q}\tilde{\lambda}_{qi}c_{qi}(x), x\in\tilde{X}\ , \tag{3}$$

де

$$\tilde{X}=\left\{x\in X \middle| c_{ki}(x)\ge m_{ki}y_{ki},\ \tilde{\lambda}_{ki}=\lambda_{ki}y_{ki},\ y_{ki}=\alpha_k, \sum_{l\in J_k}\alpha_l\ge\alpha_k, \alpha_k\in\{0,1\}, k=1,2,...,q, i=1,2,...,q_k, \sum_{k=1}^{q}\alpha_k=d\right\}.$$

Теорема. *Розв’язок задачі* (3) *є розв’язком задачі лексикографічно-лексикографічної оптимізації з альтернативними залежними групами критеріїв.*

Література

1. Червак Ю.Ю. Оптимізація. Непокращуваний вибір / Ю.Ю. Червак – Ужгород: Ужгород. нац. ун-т, 2002. – 312 с.
2. Подиновский В.В. Оптимизация по последовательно применяемым критериям/ В.В. Подиновский, В.М. Гаврилов. – М.: Сов. Радио, 1975. –115 с.
3. Брила А.Ю. Досяжність оптимальних розв’язків лінійної задачі лексикографічно-лексикографічної багатокритеріальної оптимізації за зваженою сумою різноважливих критеріїв/ А.Ю. Брила // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Сер. матем. і інформ. – 2008. – Вип. 16 – С. 40–43.

УДК 519.6

Гривко Б. С.
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
e-mail: bogdan.grivko@gmail.com

АЛГОРИТМ ОБУЧЕНИЯ ННС FOTSK НА ОСНОВЕ МЕТОДА DIFFERENTIAL EVOLUTION

Для обучения нечеткой нейронной сети (ННС) TSK (и ее производных) используют гибридный алгоритм обучения [1, 3], согласно которому подлежащие адаптации параметры разделяются на две группы, а их уточнение выполняется поочередно в два этапа. В силу зависимости между собой настраиваемых параметров из различных групп данный метод обучения обладает существенными недостатками в разрезе качества и скорости сходимости обучения.

Для устранения недостатков гибридного алгоритма обучения был разработан основанный на методе differential evolution (DE) алгоритм обучения TSK-подобных нечетких нейронных сетей, который в отличие от гибридного алгоритма обучения адаптирует линейные и нелинейные параметры одновременно. Используемый в ядре алгоритма обучения метод DE является методом глобальной оптимизации и продолжением развития эволюционных алгоритмов, однако не имеет стандартных недостатков генетических алгоритмов [2].

В алгоритме обучения ННС FOTSK на основе метода DE можно выделить пять этапов.

На первом этапе обучения применяется алгоритм нечеткого кластерного анализа Густавсона-Кесселя [1] для инициализации начальных нелинейных параметров ННС FOTSK. На втором этапе обучения из решения системы линейных уравнений определяются начальные линейные параметры ННС FOTSK [3].

На третьем этапе обучения из линейных и нелинейных параметров ННС FOTSK формируется вектор инициализации X^{init}. На основе данного вектора X^{init} формируется начальная популяция метода DE. Например, начальное значение j-го параметра i-го вектора будет следующим:

$$x_{j,i,0} = x_j^{init} \times (0.95 + rand_j(0,1) \times 0.1),$$

где $rand_j(0,1)$ − генератор случайных чисел, который возвращает равномерно распределенное число $0 \le rand_j(0,1) \le 1$. Индекс j показывает, что новое случайное значение получено для каждого параметра.

На четвертом этапе адаптируются параметры ННС FOTSK согласно методу DE, в схему отбора которого внесены некоторые изменения. Для того чтобы избежать перерегулирования параметров ННС, в схему отбора добавлено еще один критерий. Теперь отбор осуществляется следующим способом:

$$x_{i,g+1} = \left\{ \begin{array}{c} u_{i,g}, если \left\{ \begin{array}{l} f_{\mathrm{int}MSE}(u_{i,g}) \le f_{\mathrm{int}MSE}(x_{i,g}) \\ f_{extMSE}(u_{i,g}) \le f_{extMSE}(x_{i,g}) \end{array} \right\} \\ x_{i,g}, иначе \end{array} \right\},$$

где $f_{\mathrm{int}MSE}$ – функция расчета значения MSE на обучающей выборке;
f_{extMSE} – функция расчета значения MSE на проверочной выборке.

На пятом этапе определяется интервал неопределенности [3] из задачи линейного программирования (1.1)-(1.3), где α (центр интервала) теперь не искомая переменная, а фиксированная величина найденная методом DE. Искомыми переменными остались лишь c_1 − расстояние от центра до нижней границы, и c_2 − расстояние от центра до верхней границы.

$$\min\left(sum([|A| |A|]) \times \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} \right) \qquad (1.1)$$

при условии:

$$\begin{bmatrix} A & -|A| & A_0 \\ -A & A_0 & -|A| \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \alpha \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} \le \begin{bmatrix} d \\ -d \end{bmatrix} \qquad (1.2)$$

$$c_1, c_2 \ge 0 \qquad (1.3)$$

где A_0 − нулевая матрица идентичная по размерности матрице A;
sum − оператор, переводящий матрицу в ковектор, состоящий из суммы всех элементов каждого столбца исходной матрицы.

Стоит акцентировать внимание на следующих моментах алгоритма обучения:

- применение на первом этапе нечеткого кластерного анализа для инициализации нелинейных параметров увеличивает скорость сходимости алгоритма обучения;

- использование на третьем этапе вектора инициализации (сформированного из линейных и нелинейных параметров) при формировании начальной популяции метода DE обеспечивает огромный прирост скорости сходимости алгоритма;

- внедрение на четвертом этапе дополнительного критерия в схему отбора метода DE помогает избежать перерегулирования при обучении ННС.

1. Ю.П. Зайченко. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. -К.:«Издательский дом«Слово», 2008.-344с
2. Kenneth V. Price, Rainer M. Storn, Jouni A. Lampinen. Differential Evolution. A Practical Approach to Global Optimization. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.-538с
3. Б.С. Гривко, Ю.С. Проскурня. Исследование модификации FOTSK нечеткой нейронной сети TSK в задачах прогнозирования //Information Models of Knowledge, 2010, с. 177-185

УДК 519.866.338.3

Григорків В.С.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
emmvsh@gmail.com

ДЕЯКІ ПІДХОДИ В МОДЕЛЮВАННІ ПРОЦЕСІВ ВЗАЄМОДІЇ ЛЕГАЛЬНОЇ ТА ТІНЬОВОЇ ЕКОНОМІКИ

Проблема тонізації економіки була і залишається актуальною у багатьох наукових дослідженнях як теоретичного, так і прикладного характеру. Особливої гостроти ця проблема набула у сучасній українській науці, оскільки реальна економічна дійсність нашої країни характеризується низкою негативних явищ, зокрема корупцією, хабарництвом, розширенням тіньового сектора економіки тощо. Серед усіх методів аналізу та прогнозування причин і наслідків тінізації економіки, а найперше динаміки процесів легальної і нелегальної економіки, їх взаємного впливу на всі інші явища суспільного життя, найбільш перспективним є метод моделювання, зокрема математичного моделювання.

Побудова математичних моделей економічних систем з потужною підсистемою тіньової діяльності здійснювалась і здійснюється на різних концептуальних засадах і за допомогою різного математичного інструментарію, що пов'язано як з метою відповідного дослідження, так і зі складністю та багатогранністю об'єкта дослідження і його соціально-економічної значущості. У випадку економічних систем зі значними обсягами тіньової економічної діяльності приходиться структурувати систему як сукупність двох підсистем (легальної економіки і тіньової економіки), хоча у певному розумінні дуже складно формалізувати таку структуризацію і описати динаміку такої системи і її підсистем з урахуванням взаємних зв'язків, адже провести чітку межу між економічно та соціально активними членами суспільства, що зайняті легальною та тіньовою діяльністю практично неможливо.

Одним з підходів, який дозволяє найбільш адекватно відобразити таку ситуацію, є підхід, який базується на побудові моделей у просторі економічних показників, частину з яких складають показники економічної структури суспільства, під якою розуміється розподіл елементів суспільства за ліквідними заощадженнями, тобто заощадженнями у грошових одиницях та цінних паперах, що швидко і без втрат можуть бути конвертовані у гроші. На основі даного підходу запропоновано комплекс динамічних моделей взаємодії легального і тіньового секторів економіки. Число співвідношень кожної з моделей залежить не лише від рівня кластеризації суспільства, але й від числа економічних змінних, які не є безпосередньо показниками економічної структури суспільства. Всі ці моделі можна віднести до класу імітаційних моделей, якщо йдеться про ідентифікацію деяких параметрів моделі та оцінювання частки тіньової економіки у цілісній економічній системі. Важливе значення дані моделі мають для прогнозування динаміки показників економічної структури суспільства, а також похідних від цієї структури показників соціально-економічного характеру. Якісний аналіз моделей та проведені з ними експериментальні дослідження дозволяють пояснити основні тенденції розвитку нелегальної економічної діяльності та інших негативних явищ, пов'язаних з цією діяльністю.

УДК 519.8

Гуляницький Л.Ф.
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України
leonhul.icyb@gmail.com

ДО КОНСТРУКТИВНОЇ ТЕОРІЇ КОМБІНАТОРНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

У науковій літературі широко вживається термін "задача комбінаторної оптимізації" (ЗКО). У загальному випадку довільну задачу оптимізації подають кортежем < f, X, П, D, ext >, де f: $X \to R^1$ – задана цільова функція задачі, R^1 – числова пряма, X – простір розв'язків задачі, П – предикат, який визначає підмножину $D \subseteq X$ припустимих варіантів розв'язку згідно наявних обмежуючих умов, $ext \in \{\min, \max\}$ – напрям оптимізації [1].

У [2] під ЗКО розуміється проблема пошуку екстремумів заданої цільової функції, коли X – комбінаторний простір. Під комбінаторним простором тут розуміється сукупність комбінаторних об'єктів певного типу, утворених із елементів заданої скінченної множини (твірна множина). Водночас, поняття "комбінаторний об'єкт" не формалізується, а як приклад названо комбінації, перестановки та розміщення. В зарубіжній літературі переважно вживається означення ЗКО, введене в [3] (переклад з оригінального видання 1982 р., яке стереотипно перевидано в 1998 р. [4]), де простір варіантів X визначається як "скінченна (рідше – нескінченна злічення) множина". Таке тлумачення не дозволяє строго формально окреслювати окремі класи ЗКО, такі, наприклад, як дискретне, цілочислове чи булеве програмування. Більше того, воно часто призводить до фактичного ототожнення понять дискретної та комбінаторної оптимізації, яке все частіше спостерігається в ряді робіт. Зауважимо, що під дискретним програмуванням інколи розуміють дослідження та розв'язання екстремальних задач, визначених на скінченних множинах [5]. Більш прийнятним є підхід [6], де під дискретною оптимізацією розуміють задачу оптимізації, в якій X – це n-вимірний дійсний простір, $x = (x_1, ..., x_n)$, $x_i \in D_i$, $i = 1, ..., n$, а хоча б одне з D_i є скінченним або зліченним (без граничних точок), тобто дискретним.

Зауважимо, що розгляд прикладів ЗКО в [3] взагалі починається із задачі лінійного програмування, яка, зрозуміло, може в більшості випадків індукувати відповідну ЗКО, але в загальному випадку належить до задач неперервної оптимізації, оскільки в більшості індивідуальних задач лінійного програмування множина їх глобальних розв'язків є континуальною (неперервною). Показовим у цьому плані є той факт, що К. Блюм та А. Ролі, відтворивши в [1] дослівно означення із [3], уже в [7] обмежили клас ЗКО задачами, в яких X – обов'язково лише скінченна множина.

Відштовхуючись від поняття дискретного простору, далі пропонуються строгі означення ряду важливих понять, таких як ЗКО, комбінаторний простір, сусідство в просторі, оператори зсуву. Особливу увагу приділено конструктивному підходу до означення і розвитку поняття відрізка у комбінаторному просторі, який узагальнює як поняття відрізка в теоретико-множинному розумінні [9], так і d-відрізка в метричному просторі [10] та p-відрізка в частково упорядкованих просторах [11].

1. Комбінаторні простори та поняття сусідства.

Нехай X – дискретний простір, тобто простір, який складається з ізольованих точок. Опишемо поняття околів у таких просторах формально.

Означення 1. Пара (X, R), $R = \{ R_x = \{N_{x,s}, s \in S_x\} \subseteq 2^X \}$, називається простором із околами, якщо $\forall (x \in X \,\&\, N \in R_x) \Rightarrow x \in N$, де S_x – множина індексів околів точки x.

Елементи множини R_x будемо називати околами точки $x \in X$, а множину R_x – системою околів точки $x \in X$. Поняття околу у такому розумінні є слабшим за поняття метричного або топологічного околу і включає їх як частинні випадки.

Околи також можуть задаватися описово чи за допомогою функції сусідства [3].

Означення 2. Функція сусідства, визначена на довільній множині X, – це відображення $N: X \to 2^X$, тобто таке відображення, яке кожному елементу $x \in X$ ставить у відповідність деяку множину $N(x) \subseteq X$.

Означення 3. Простір з околами у розумінні означення 1 називається заданим функцією сусідства, якщо $\forall x \in X \quad R_x = \{\{x\}, N(x)\}$.

Іншим способом задання околів є використання оператора зсуву, який формально опишемо таким чином [8]. Розглянемо відображення $I: X \times P \to X$, де P – скінченна множина із заданим лінійним порядком. Задамо відображення $g: X \to 2^P$ таким чином: $g(x) \subseteq P$ – це множина тих $p \in P$, для яких значення $I(x, p)$ – визначене.

Означення 4. Відображення $I: X \times P \to X$ називається оператором зсуву для елементів множини X, якщо

1) $\forall x \in X \ \exists p \in g(x): I(x, p) = x$;

2) $\forall p, p' \in g(x): p \neq p' \Rightarrow \forall x \in X \ I(x, p) \neq I(x, p')$.

Елементи множини P називаються параметрами оператора зсуву I.

Означення 5. Простір з околами у розумінні означення 1 називається заданим оператором зсуву, якщо $\forall x \in X \quad R_x = \{I(x, p), p \in g(x)\}$.

За допомогою оператора зсуву можна формально описати циклічний перегляд (або як його ще називають кільцевим генератором) околів в алгоритмах, який був незалежно запропонований у [12] та неопублікованій дисертації [13], відміченій у [3,4].

Означення 6. Базисними околами довільної точки простору $x \in X$, називатимемо множину $B_x = \{N_{x,s}, s \in S_x : |N_{x,s}| > 1, \nexists t \in S_x : 1 < |N_{x,t}| < |N_{x,s}|\}$, де $|C|$ – потужність множини C.

Іншими словами, базисні околи – це такі околи із системи околів точки, які мають найменшу потужність. Неважко бачити, що всі базисні околи однієї точки рівнопотужні між собою і у загальному випадку для деяких точок базисних околів може не існувати.

Означення 7. Простір X називається локально скінченним у комбінаторному розумінні, якщо всі базисні околи усіх його точок скінченні.

Введене поняття локальної скінченності є слабшим за аналогічне поняття, яке визначено для метричних просторів [14], та еквівалентним поняттю, що використовується для топологічних просторів [15]. Зазначимо, що для окремих класів просторів (наприклад, метричних просторів) із локальної скінченності у комбінаторному розумінні випливає дискретність простору.

Означення 8. Комбінаторним простором називається дискретний локально скінченний у комбінаторному розумінні простір, який має не більше, ніж зліченну кількість елементів.

Введемо поняття сусідства у комбінаторних просторах таким чином.

Означення 9. Точка комбінаторного простору $y \in X$ називається сусідньою до точки $x \in X$, якщо існує такий базисний окіл $N \in B_x$ точки x, що $y \in N$.

2. Формальне означення задач комбінаторної оптимізації.

Об'єктами, які зазвичай розглядаються в ЗКО, є перестановки, розміщення, графи, підмножини, цілі числа та інші структури, узагальненням яких є поняття комбінаторного об'єкта [16]. Нехай задано множину $Y = \{1, \dots, m\}$ та Z – не більш ніж зліченний дискретний простір із заданим строгим лінійним порядком, який назвемо твірним.

Комбінаторні об'єкти породжуються на основі заданого базового простору, роль якого буде пояснено нижче.

Означення 10. Під комбінаторним об'єктом κ розумітимемо тріаду $\kappa = (\varphi, \tilde{X}, \Omega)$, де $\varphi: Y \to \tilde{X}$ – гомоморфізм, що задовольняє обмеження, задані предикатом Ω, а $\tilde{X}$ – базовий простір.

Конкретизацією виду базового простору можна породжувати комбінаторні об'єкти різного типу, які формально класифікуємо таким чином.

Означення 11. Назвемо комбінаторними об'єктами 1-го порядку такі комбінаторні об'єкти, у яких базовий простір співпадає із твірним: $\kappa = (\varphi, X_{(1)}, \Omega)$, де $X_{(1)} \equiv Z$, $\varphi : Y \to Z$.

Означення 12. Комбінаторними об'єктами k-го порядку (k > 1) назвемо такі комбінаторні об'єкти $\kappa = (\varphi, X_{(k)}, \Omega)$, в яких $X_{(k)} = X_{(k-1)} \cup Z^k$, $\varphi : Y \to X_{(k)}$.

Конкретизацією Ω можна описувати цілі класи об'єктів (таких як, наприклад, перестановки чи розміщення), кожен із яких подано окремим гомоморфізмом φ. Однак ми збережемо позначення комбінаторного об'єкту, як $(\varphi, \tilde{X}, \Omega)$ для зручності.

Означення 13. ЗКО називається проблема знаходження такого $x^* \in D \subseteq X$, що

$$x^* = arg \min_{x \in D \subseteq X} f(x), \qquad (1)$$

де X – комбінаторний простір (варіантів) розв'язків задачі, елементами якого є комбінаторні об'єкти, $D \subseteq X$ – підпростір припустимих розв'язків, а $f : X \to \mathrm{R}^1$ – задана цільова функція задачі.

Це означення конкретизує поняття ЗКО, яке було введено раніше в [17], оскільки відсутність вимоги локальної скінченності простору розв`язків могла призводити до віднесення до цього типу таких, наприклад, задач, які визначені на континуальних просторах.

3. Орієнтовані відрізки у комбінаторних просторах.

Нехай X – комбінаторний простір.

Означення 14. Маршрутом $\overrightarrow{x, y}$ між двома точками $x, y \in X$ називається упорядкована множина точок $x_i \in X, i = 1,...,k$, що задовольняє умови:

1) $x_1 = x, x_k = y$;
2) $\forall i \in \{1,...,k-1\} \exists N \in B_{x_i} : x_{i+1} \in N$.

Будемо вважати довжиною маршруту кількість елементів, з яких він складається.

Означення 15. Відрізком між двома точками називається маршрут мінімальної довжини.

Зазначимо, що між двома точками простору може існувати кілька різних відрізків.

Введене поняття узагальнює, зокрема, поняття d-відрізка, яке було введене для метричних просторів в [10], та p-відрізка, яке запропоноване в [11] для частково упорядкованих просторів. Варто зауважити, що обидва названі типи відрізків – як і введений в означенні 15 – є розвитком аналогічних понять, відомих у топології [9], для випадку дискретних просторів.

Оскільки метричні орієнтовані відрізки або d-відрізки є одним із важливих частинних випадків орієнтованих відрізків у комбінаторних просторах, розглянемо їх більш детально.

Нехай маємо метричний комбінаторний простір $X = (X, d)$.

Означення 16. Назвемо орієнтованим d-відрізком $/x,y/$, $x,y \in X$, впорядковану множину точок $x_i \in X, i = 1,...,k$, що задовольняють умовам:

1) $x_1 = x, x_k = y$;
2) $d(x, x_i) + d(x_i, y) = d(x, y)$, $i = 2,...,k-1$;
3) $d(x, x_i) < d(x, x_{i+1})$, $i = 1,...,k-1$;
4) $\nexists z \in X$: $\exists i \in \{1,...,k-1\} : z \notin \{x_i, x_{i+1}\}$, $d(x_i, z) + d(z, x_{i+1}) = d(x_i, x_{i+1})$.

Означення 17. Назвемо d-інтервалом $< x,y >$ множину $/x,y/$ без точок x,y, а d-напівінтервалами $< x,y/$, $/x,y >$ – множину $/x,y/$ без точки x та без точки y відповідно.

Позначатимемо кількість різних d-відрізків, які можна побудувати між точками $x,y \in X$, як $M_{/x,y/}$, а j-й d-відрізок – $/x,y/^j$. Має місце таке співвідношення між метричним (неорієнтованим) та d-відрізком.

Означення 18. Метричним відрізком $[x,y]$, $x,y \in X$, називається множина $[x,y]=\{z \in X : d(x,z)+d(z,y)=d(x,y)\}$.

Можна показати, що справедлива така

Лема. Нехай $X=(X,d)$ – метричний комбінаторний простір, а $x,y \in X$ – довільні точки, тоді $[x,y]$ – скінченна множина.

На її основі доводиться

Теорема 1. Для довільних точок $x,y \in X$, якщо $X=(X,d)$ – деякий комбінаторний простір із метрикою d, має місце таке співвідношення:

$$[x,y]=\bigcup_{j=1,\dots,M_{/x,y/}} /x,y/^{j}.$$

З теореми 1 слідує такий наслідок.

Наслідок. Нехай $X=(X,d)$ – метричний комбінаторний простір, а $x,y \in X$ довільні точки. Тоді $/x,y/$ є скінченною множиною.

На практиці, *d*-відрізки використовуються, зокрема, у алгоритмі *H*-методу [17]. Ключовим етапом алгоритму є розв'язання підзадач, які визначаються на основі двох точок простору x,y із використанням *d*-відрізку особливого типу $/x,x^{\infty}/$, $y \in /x,x^{\infty}/$. Тут x^{∞} це "протилежна" відносно x точка простору (зокрема, максимально віддалена). Такі точки ми називатимемо кінцевими.

Означення 19. Кінцевою точкою відносно точки $x \in X$ назвемо таку точку $\bar{x} \in X$, що не існує іншої точки $x' \in X$ такої, що $x' \neq \bar{x}$, $/x,\bar{x}/ \subseteq /x,x'/$.

Для цього типу *d*-відрізків має місце таке співвідношення із звичайним метричним відрізком.

Теорема 2. Для довільних точок $x,y \in X$, якщо $X=(X,d)$ – деякий комбінаторний простір із метрикою d, має місце таке співвідношення

$$\bigcup_{y \in /x,\bar{x}^{i}/^{j},\, j=1,\dots,M_{/x,\bar{x}^{i}/},\, i \in I_x} /x,\bar{x}^{i}/^{j} = [x,y] \cup \left(\bigcup_{d(x,y)+d(y,\bar{x}^{i})=d(x,\bar{x}^{i}),\, i \in I_x} [y,\bar{x}^{i}] \right),$$

де $M_{/x,y/}$ – це кількість різних *d*-відрізків між точками x та y, а $\bar{x}^{i}, i \in I_x$, – кінцеві точки відносно точки x.

Висновки. Запропоновано підхід до означення важливих у комбінаторній оптимізації понять – комбінаторного простору, сусідства, зсуву, відрізка. На основі розвитку поняття комбінаторного об`єкта дане строге означення ЗКО, яке може використовуватися і для класифікації таких задач. Розроблений конструктивний підхід до означення і побудови спеціальних відрізків та інтервалів дозволяє використовувати його у сучасних методах розв`язання ЗКО. Проведено дослідження найчастіше вживаних типів відрізків – метричних *d*-відрізків. Отримані результати можуть слугувати основою для поглибленого вивчення властивостей комбінаторних просторів і ЗКО, що визначає напрями можливих подальших досліджень.

Список літератури

1. *Blum C., Roli A.* Metaheuristics in Combinatorial Optimization: Overview and Conceptual Comparison // ACM Computing Surveys. – 2003. – 35, N 3. – P. 268–308.
2. *Сергиенко И.В., Каспшицкая М.Ф.* Модели и методы решения на ЭВМ комбинаторных задач оптимизации. – Киев: Наук. думка, 1981. – 288 с.
3. *Пападимитриу Х., Стайглиц К.* Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. – М.: Мир, 1985.
4. *Papadimitriou C.H., Steiglitz K.* Combinatorial optimization: algorithms and complexity (second edition). – N.Y.: Dover Publications, 1998. – 496 p.

5. *Энциклопедия* математики. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – Т. 2. – С. 204–205.
6. *Сергиенко И.В., Шило В.П.* Задачи дискретной оптимизации. – Киев: Наук. думка, 2003. – 261 с.
7. *Blum C., Roli A., Alba E.* An introduction to metaheuristic techniques // Parallel metaheuristics: A new class of algorithms (Ed. E.Alba). – Hoboken: John Wiley & Sons. – 2005. – P. 3–42.
8. *Гуляницкий Л.Ф., Сиренко С.И.* Определение и исследование комбинаторных пространств // Теорія оптимальних рішень. – 2010. – **9**. – С. 17–24.
9. *Александров П.С.* Введение в теорию множеств и общую топологию. – М.: Наука, 1977. – 368 с.
10. *Гуляницький Л.Ф.* Про деякі функціональні поняття в дискретних просторах. – Допов. АН УРСР. Сер. А. - 1978.- N 10. – С. 870–873.
11. *Гуляницкий Л.Ф.* Оптимизация функций, определенных на частично упорядоченных пространствах одного вида / Вопросы разработки территориальных автоматизированных систем управления. – Кемерово: Кемеровский госуниверситет, 1984. – С. 93-97.
12. *Гуляницкий Л.Ф., Ходзинский А.Н.* Особенности реализации алгоритмов метода ветвей и границ и метода вектора спада в пакете ВЕКТОР-1В / Вычислительные аспекты в пакетах прикладных программ. – Киев: Ин-т кибернетики АН УССР, 1979. – С. 25–30.
13. *Krone M.J.* Heuristic Programming Applied to Scheduling Problems. – Princeton University, 1971. – 142 p.
14. *Baudier F., Lancien G.* Embeddings of locally finite metric spaces into Banach spaces // Proc. Amer. Math. Soc. – 2008. – N 136. – P. 1029–1033.
15. *Nakaoka F., Oda N.* Some applications of minimal open sets, International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences. – 2001. – N 27(8). – P. 471–476.
16. *Berge C.* Principes de combinatoire. – Paris: Dunod, 1968. – 146 p.
17. *Гуляницкий Л.Ф., Сергиенко И.В.* Метаэвристический метод деформируемого многогранника в комбинаторной оптимизации // Кибернетика и системный анализ. – 2007. – № 6 . – С. 70–79.

УДК 531.8+62-50

Демидюк М.В., Литвин Б.А.

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім.Я.С.Підстригача НАН України

demydyuk@iapmm.lviv.ua, b_lytwyn@ukr.net

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХОДИ ЛЮДИНИ

У біомеханіці ходи людини важливим є аналіз динамічних та енергетичних характеристик руху. Ці характеристики мають істотне значення у процесі вивчення біомеханічних закономірностей ходи людини, вони можуть використовувати під час розробки систем керування двоногими локомоційними роботами, у реабілітаційних технологіях при оцінюванні якості протезування нижніх кінцівок людини. Ефективним способом визначення динамічних характеристик ходи людини є використання засобів математичного моделювання.

У доповіді обговорюється низка задач математичного моделювання ходи людини по нерухомій горизонтальній поверхні. На підставі енергетично-оптимізаційного підходу задачі моделювання ходи сформульовані у вигляді задач оптимального керування для нелінійної механічної системи зі складними фазовими обмеженнями та цільовим функціоналом енерговитрат [1–5]. Побудовано наближений розв'язок задач оптимального керування, який ґрунтується на методах параметричної оптимізації у просторі узагальнених координат системи.

Для моделювання ходи людини використовуємо систему 9-и твердих тіл, які представляють корпус та дві чотириланкові нижні кінцівки (стегно, гомілка, дволанкова стопа). Тіла зв'язані між собою циліндричними шарнірами. Стопи вважаємо безінерційними, а їхні маси зосередженими у гомілковостопних шарнірах. Рух системи відбувається під дією моментів сил у шарнірах, сил реакцій опорної поверхні та сили тяжіння. Динаміка руху моделі у сагітальній площині описується системою 7-и нелінійних диференціальних рівнянь 2-го порядку та 4-х умов кінетостатичної рівноваги стоп. На рух моделі накладаються: ритмічні умови переміщення стоп (перекат через п'ятку, опора на всю стопу, плеснофаланговий перекат, перекат через носок, перенесення стопи); умови руху колінами вперед; умови періодичності руху на проміжку подвійного кроку людини $[0,T]$; динамічні умови вільного опирання стоп на опорну поверхню; обмеження на положення точки рівнодійної опорних реакцій. Окрім зазначених кінематичних та динамічних умов антропоморфності ходи на рух моделі додатково накладаються обмеження (типу $\xi^0(t) \le \xi(t) \le \xi^1(t),\ \ t\in[0,T]$) на: а) міжланкові кути в основних суглобах ніг (тазостегновий, колінний, гомілковостопний); б) головний вектор сил реакції опорної поверхні. Зазначимо, що обмежуючі функції ξ^0, ξ^1 можна побудувати на підставі даних експериментальних досліджень ходи людини. Зокрема, за допомогою біомеханічних вимірювань (гоніометрія, відеореєстрація, тензометрія) ходи людини отримуємо значення міжланкових кутів та опорних реакцій на послідовності N кроків $(N \ge 10)$. Можливі збурення в експериментальних даних видаляємо за допомогою цифрової фільтрації. Далі отримані дані усереднюємо на проміжок подвійного кроку $[0,T]$, після чого обчислюємо $\xi^{0,1}$ як середньоквадратичне відхилення від усередненого значення.

Залежно від набору двосторонніх обмежень задачі моделювання ходи людини подаємо у такій загальній постановці. Нехай задані довжини L_i та тривалості T_i одинарних кроків, $i=1,2$. Для заданих антропоморфних кінематичних і динамічних умов, а також заданого набору двосторонніх обмежень знайти такий рух системи та відповідні керуючі моменти, для яких $\mathbf{E}\to\min$. Тут цільовий функціонал $\mathbf{E}$, рівний інтегралу (на проміжку $[0,T]$) від суми модулів механічних потужностей у шарнірах механічної системи, характеризує механічні енерговитрати системи на проміжку подвійного кроку. Набір двосторонніх обмежень, залежно від задачі, конкретизуємо наступним чином: *задача 1* – обмеження (а) і (б); *задача 2* – обмеження (а); *задача 3* – обмеження (б); *задача 4* – обмеження (а) і (б) не враховуються.

Відзначимо деякі особливості сформульованих задач. Досліджувана механічна система, в залежності від ритмічних фаз руху, має змінну кількість ступеней вільності. Окрім цього, під час опори на дві ступні одночасно система є статично невизначеною. Все це, а також на-

явність двосторонніх обмежень та недиференційованість (по Фреше) функціонала **E** суттєво ускладнюють процес розв'язання зазначених задач.

Ефективним підходом у дослідженні задач 1–4 є використання методики параметричної оптимізації. У відповідності з кількістю ступеней вільності системи на введених ритмічних фазах руху, частину узагальнених координат апроксимуємо кубічними згладжувальними сплайнами з невідомими параметрами у вузлах. Частину цих параметрів визначаємо із кінематичних антропоморфних умов, решту приймаємо за параметри оптимізації. Після параметризації узагальнених координат системи із рівнянь руху, згідно методики обернених задач динаміки, отримуємо залежність динамічних характеристик від параметрів оптимізації. Умови типу нерівностей (умови вільного опирання стоп на поверхню, обмеження на точку прикладення головного вектора сил реакцій опорної поверхні, двосторонні обмеження (а), (б)) задовільняємо за допомогою процедури штрафних функцій, попередньо зобразивши обмеження виду $g^0(t) \le g(t) \le g^1(t)$ в інтегральній формі $V = \int_0^T [(g - g^1)_+ + (g^0 - g)_+] dt$, де $(g)_+ = g$ при $g \ge 0$ і $(g)_+ = 0$ при $g < 0$. У результаті сформульовані вище задачі оптимального керування зводимо до задач нелінійного математичного програмування. Для розв'язання останніх використовуємо числові процедури оптимізації (алгоритм Розенброка, генетичний алгоритм з дійсним кодуванням).

Проведено серію числових експериментів, під час яких показано, що обмеження на міжланкові кути (а) та опорні реакції (б) суттєво впливають на енерговитрати системи. Так, у задачі моделювання ходи без врахування цих обмежень (задача 4) енерговитрати є суттєво меншими (на 24%) у порівнянні із задачею з цими обмеженнями (задача 1). При цьому, істотним (на 30%) є також зменьшення тривалості розв'язання задачі 4 (відносно задачі 1). За допомогою числових розрахунків показано також, що задачу моделювання ходи людини можна формулювати без врахування двосторонніх обмежень на міжланкові кути та опорні реакції, що суттєво скорочує час побудови розв'язку. Отримані в цьому випадку субоптимальні характеристики ходи добре узгоджуються із усередненими даними експериментальних біомеханічних досліджень.

1. *Бербюк В. Є., Демидюк М. В., Литвин Б. А*. Математичне моделювання ходи людини на підставі експериментальних даних // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Прикладна математика та інформатика. – 2000. – Вип. 3. – С. 88–93.
2. *Бербюк В. Є., Демидюк М. В., Литвин Б. А.* Параметрична оптимізація ходи та пружних характеристик пасивних приводів двоногого крокуючого робота // Вісн. Київ. ун-ту. Кібернетика. – 2002. – № 3. – С. 7–9.
3. *Бербюк В. Е., Демыдюк М. В., Литвин Б. А*. Математическое моделирование и оптимизация ходьбы человека с протезированной голенью // Проблемы управления и информатики. – 2005. – № 3. – С. 128–144.
4. *Демидюк М. В., Литвин Б. А., Голуб Б. М.* Параметрична оптимізація ходи двоногого робота // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2005. – **48,** № 3. – С. 162–171.
5. *Демидюк М.В., Литвин Б. А.* Математична модель та програмний комплекс для аналізу динамічних характеристик ходи людини на протезі гомілки // Відбір і обробка інформ. – 2012. Вип. 36 (112). – С. 29–38.

УДК 430.43

Добуляк Л. П., Цегелик Г. Г.
Львівський національний університет імені Івана Франка
lucanlesia@gmail.com

РЕГІОНАЛЬНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ СТАНУ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА УКРАЇНИ

Кожен регіон України має власний, відмінний від інших регіонів, економічний потенціал, стан ринкової інфраструктури, відмінні традиції та менталітет населення, ставлення до підприємництва та інші притаманні тільки йому особливості. Це визначає нерівномірний розвиток малого підприємництва по території України та різні проблеми, що набувають вирішального значення в процесі функціонування малих бізнесових структур

У територіальному розрізі найбільш розвинутими є сектор малих підприємств у двох групах регіонів. Першу групу складають економічно найпотужніші регіони – м. Київ, Дніпропетровська, Донецька та Харківська області, які характеризуються більш сприятливими, порівняно з іншими регіонами, економічними умовами для підприємницької діяльності та високою місткістю споживчого ринку. Другу групу становлять західні області – Закарпатська, Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька. У цих регіонах сектор малих підприємств розвивається найбільш динамічно. Це зумовлено насамперед структурними трансформаціями регіональних економік та розвитком прикордонного співробітництва.

Нами проведено дослідження стану малого підприємництва України у розрізі регіонів за допомогою кластерного аналізу. Для характеристики структури сектору малого бізнесу було вибрано такі ознаки: кількість малих підприємств на 10000 осіб наявного населення, одиниць; частка кількості малих підприємств у загальній кількості підприємств, %; обсяг реалізованої продукції (робіт, послуг) малими підприємствами, млн. грн.; середньорічна кількість працівників малих підприємств, тис. осіб; середня кількість найманих працівників на одному підприємстві, осіб; фонд оплати праці, млн. грн.; середньомісячна заробітна плата одного найманого працівника, грн; рівень зайнятості на малих підприємствах, у % до кількості населення у працездатному віці; операційні витрати на одиницю реалізованої продукції коп./грн.; валові капітальні інвестиції, млн. грн.; витрати підприємств на інформатизацію, млн. грн.; підприємства, які отримували прибуток, у % до загальної кількості підприємств; фінансовий результат від звичайної діяльності до оподаткування (сальдо), млн. грн.

На основі даних по цих показниках, отриманих з матеріалів Державного комітету статистики України за 2010 рік [1], було розраховано регіональний індекс розвитку малого підприємництва.

Отже, найвище значення індексу розвитку МП спостерігається у м. Києві, Дніпропетровській, Харківській Донецькій та Львівській областях. Найнижчий – у Рівненській, Волинській, Чернігівській, Житомирській, Чернівецькій, Сумській та Кіровоградській областях. Середній – в АР Крим, Луганській, Миколаївській, Закарпатській, Черкаській, Полтавській, Хмельницькій областях.

Отримані значення цього індексу підтверджують значну диференціацію стану малого підприємництва України в розрізі регіонів та наявність трьох груп областей (з високим, середнім і низьким індексом розвитку малого підприємництва). Цей поділ на кластери і розраховані значення індексу розвитку малого підприємництва наведені в таблиці 1.

Така кластеризація України за індексом розвитку МП чітко показує, що столиця України (м. Київ) майже в 2 рази випереджує за рівнем розвитку дрібного бізнесу інші регіони України (там наявні найкращі умови для ведення бізнесу). Лише декілька областей (Дніпропетровська, Донецька, Харківська та Львівська) утримують провідні позиції, хоча в сумі їхня частка також не є дуже великою. А більшість областей України належать до “проблемних”, в яких потенціал малого підприємництва не здатний проявитися.

Таблиця 1

Поділ регіонів України на кластери за значенням
індексу розвитку малого підприємництва у 2010 році

Кластер 1		
№	***Регіони***	Значення індексу МП
1	м. Київ	0,755629
2	Дніпропетровська	0,597513
3	Харківська	0,560764
4	Донецька	0,558178
5	Львівська	0,549826
6	Одеська	0,546592
7	Київська	0,544645
8	Запорізька	0,540779
Кластер 2		
№	***Регіони***	Значення індексу МП
9	АР Крим	
10	Луганська	0,518382
11	Миколаївська	0,516947
12	Закарпатська	0,514484
13	Черкаська	0,511043
14	Полтавська	0,510463
15	Хмельницька	0,508326
16	м. Севастополь	0,507976
17	Тернопільська	0,505354
18	Вінницька	0,505065
19	Херсонська	0,503354
Кластер 3		
№	Регіони	Значення індексу МП
20	Івано-Франківська	0,502525
21	Кіровоградська	0,498871
22	Сумська	0,497324
23	Чернівецька	0,497304
24	Житомирська	0,496847
25	Чернігівська	0,491813
26	Волинська	0,48995
27	Рівненська	0,485409

Ґрунтовний аналіз та наукові дослідження цього питання дає можливість зрозуміти, які регіони України є найбільш сприятливими для розвитку малого підприємництва, які його форми та види економічної діяльності доцільні на конкретній території, на які проблеми в першу чергу потрібно звернути увагу.

Список літератури

1. Державний комітет статистики України. Діяльність суб’єктів малого підприємництва у 2010 році. Статистичний збірник – Київ, 2011. – 204 с.

УДК 519.8

Домрачев В.М., Любіч О.О.
Державний університет інформаційно - комунікаційних технологій, mipt@ukr.net
Академія фінансового управління Міністерства фінансів України, alyubich@ukr.net

ПРОГНОЗУВАННЯ ДОХОДНОЇ ЧАСТИНИ ЗВЕДЕННОГО БЮДЖЕТУ УКРАЇНИ У СИСТЕМІ EVIEWS

Побудовано економетричну модель прогнозування доходної частини бюджету України на 2012-2013 рр.

Ключові слова: бюджетна система, прогнозування, доходи бюджету, Eviews.

У роботі наведено модель прогнозування доходів бюджету України, яка дозволяє аналізувати різні сценарії бюджету Україні.

Постановка проблеми. Сучасна економічна теорія і практика надають велику увагу проблемам прогнозування доходів бюджету як однієї з найважливіших складових, від яких залежить обсяг державного боргу. В даний час це є проблемою практично для всіх країн світу – розвинених та країн що розвиваються. Саме тому найважливішою задачею фінансової політики будь-якої держави є пошук оптимального вирішення питання формування доходів бюджету з метою зменшення бюджетного дефіциту. У контексті рішення позначеної проблеми визначальне значення має своєчасний прогноз доходів бюджету [1-7].

Одним з інструментів, які використовуються для моделювання та прогнозування в економіці є економетричний програмний пакет Eviews.

Eviews дозволяє будувати моделі, які містять багато рівнянь. Ці рівняння у свою чергу є відображенням залежностей ендогених змінних від екзогених. Таким чином Eviews дозволяє моделювати вплив змін екзогенх змінних (ВВП, грошова маса та середній рівень заробітної платні в Україні) на динаміку ендогених змінних, відповідно, показники доходної частини бюджету. Результати моделювання за різними сценаріями дозволять сформувати ефективну .економічну політику Держави.

Опис моделі

Побудова моделі починається з визначення екзогених та ендогених змінних. В моделі використовуються наступні змінні:

EXCISE	Endog	Eq1
FUNDS	Endog	Eq2
GDP	Exog	Exog
INDTAX	Endog	Eq5
M0	Exog	Exog
M1	Exog	Exog
NON_TAX	Endog	Eq3
OTHER	Endog	Eq4
REV	Endog	Eq8
TAX_PRO	Endog	Eq6
VAL_ADD_TAX	Endog	Eq7
WAGE	Exog	Exog

Де EXCISE – розмір акцизного податку, FUNDS – доходи бюджету з фондів, GDP – ВВП, INDTAX – податок з доходів фізичних осіб, M0, M1 – відповідні грошові агрегати, NON_TAX – неподаткові надходження до бюджету, OTHER – інші доходи бюджету, REV – загальний доход бюджету, TAX_PRO – податки підприємств, VAL_ADD_TAX – податок на додану вартість, WAGE – середньомісячна заробітна платня.

Після визначення переліку змінних будуються та економетрично обгрунтовуються окремі залежності між змінними.

Надаються економетричні оцінки окремим рівнянням (залежностям). Наприклад, залежність доходів від податків з прибутку підприємств від ВВП.

Dependent Variable: TAX_PRO
Method: Least Squares
Date: 06/29/12 Time: 22:49
Sample: 2002M12 2012M05
Included observations: 120

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.04E+09	7.47E+08	5.404146	0.0000
GDP	0.043981	0.000279	157.6574	0.0000

R-squared	0.995993	Mean dependent var	9.60E+10
Adjusted R-squared	0.995953	S.D. dependent var	7.41E+10
S.E. of regression	4.71E+09	Akaike info criterion	47.40509
Sum squared resid	2.22E+21	Schwarz criterion	47.45656
Log likelihood	-2415.660	F-statistic	24855.85
Durbin-Watson stat	0.749610	Prob(F-statistic)	0.000000

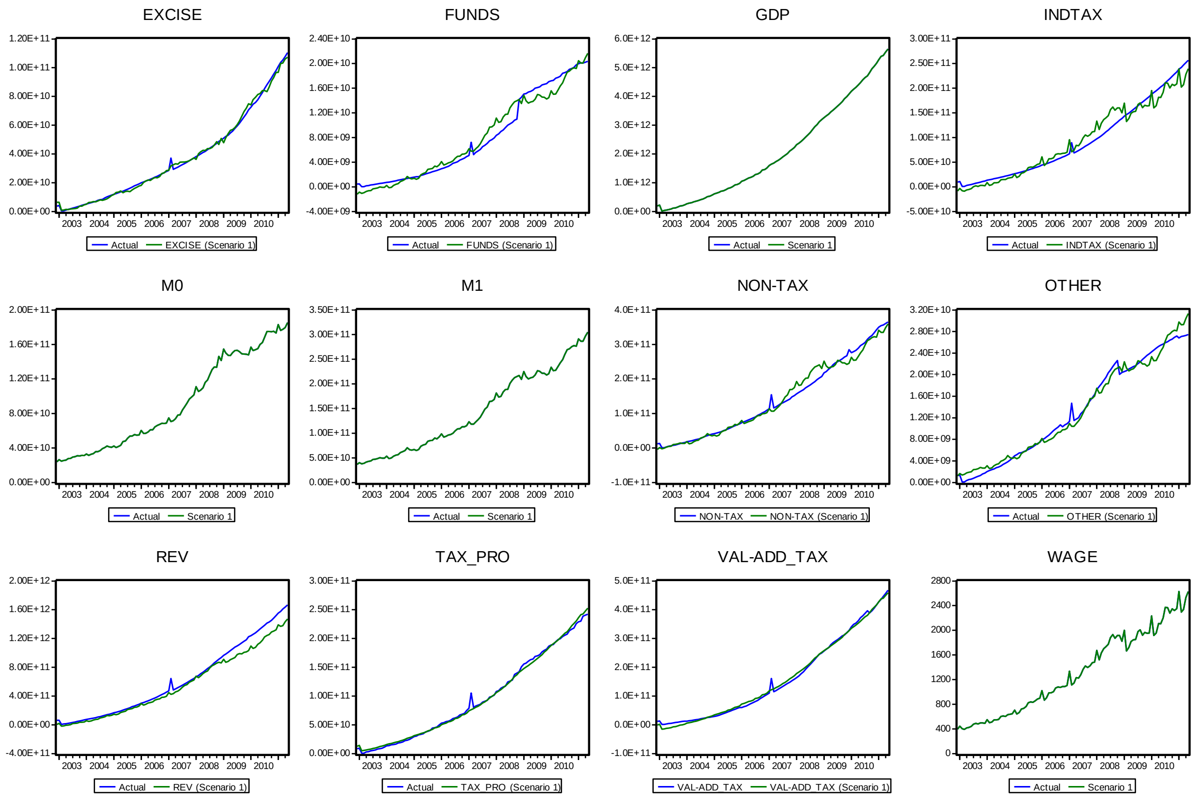
Після побудови множини рівнянь будується сама модель. Модель включає окремі рівняння та контрольні обмеження, чи додаткові залежності між змінними з рівнянь, які не знайшли відображення у економетричних залежностях.

Запрпонована Модель складається з наступних рівнянь:

```
Eqn     Eq1:  excise = F( gdp, m0 )
Eqn     Eq2:  funds = F( m1 )
Eqn     Eq3:  non_tax = F( m1 )
Eqn     Eq4:  other = F( m1 )
Eqn     Eq5:  indtax = F( wage )
Eqn     Eq6:  tax_pro = F( gdp )
Eqn     Eq7:  val_add_tax = F( gdp )
        Eq8:  rev = F( excise, funds, indtax, non_tax, other, tax_pro, val_add_tax )

              Text "tax_rev = tax_pro + val_add_tax + indtax + excise + indtax"
```

Результати розв'язання моделі у графічній формі наведено на діаграмах:



Після розв’язання моделі, стає можливим складати різні сценарії розвитку економічної ситуації. Різні сценарії обумовлені різними діями Уряду, які пов’язані з оточуючим економічним середовищем. Наприклад, зростання ВВП, пов’язане з добрим урожаєм, чи обмеженням рівня зростання грошових агрегатів, яке у свою чергу пов’язане з загрозою зростання інфляції, тощо.

За результатами проведеного аналізу отримуємо прогноз доходів зведеного бюджету на 2012 р. у розмірі 450 млрд. грн., на 2013 р. – 526 млрд.грн.

Порівнюючи результати можливих сценаріїв розвитку економічної ситуації за допомогою розв’язання моделі можливо зробити середньостроковий прогноз.

Література

1. *Allan Timmermann*. An evaluation of the World Economic Outlook forecasts, IMF staff papers, v.54, n. 1, 2007, p.1 -33.
2. Fiscal implication of the Global Economic and Financial crisis / A Staff team from the Fiscal affairs Departament. – IMF Staff position note. – v.13, 2009, - 48 p.
3. Report of tax forecasting methodology group. – електроний доступ: http://www.finance.gov.ie/viewdoc.asp?DocID=848
4. The budget and economic outlook: fiscal year 2011 to 2021. Congressional budget office. Washington, 27 january 2011, - 5 p.
5. *Platon Monokroussos*. Assessing fiscal policy with the use of sustainability indicators: the case of Greece / Economy & Markets/ Eurobank Research - v. 5, issue 6, December 2010. – 21 p.
6. *Joselito R. Armovit*. Forecasting Revenues from the BIR and BOC: Towards the Improvement of Cash Programming in the Philippines Prepared for Department of Budget and Management Republic of the Philippines Submitted for review to USAID/Philippines OEDG September 23, 2005, -26 p.
7. Eviews 7 User’s Guide – 2009 Quantitative Micro Software, LLC, - United States of America, -686 p. (web: www.eviews.com)

УДК 519.8

Доценко С.И., Тменова Н.Ф.
Киевский университет имени Тараса Шевченко, факультет кибернетики
sergei204@ukr.net tmenovox@voliacable.com

О СПРАВЕДЛИВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗАРАБОТКА В ЗАДАЧЕ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Задача о назначениях является одной из базовых задач в курсе исследовании операций. Вкратце задачу можно сформулировать таким образом. Пусть имеется n работников и n видов работ и пусть задано матрицу $A_{n\times n}$, где элемент (i,j) матрицы задает затраты на использование i-го работника на j-й работе (в альтернативной формулировке задачи – эффективность от использования). При этом предполагается, что каждую работу выполняет ровно один работник и каждый работник занят ровно на одной работе. Требуется найти такое соответствие между работниками и работами, при которых суммарные затраты использования работников были бы минимальны (или соответственно эффективность была бы максимальной).

Поскольку существует взаимно однозначное соответствие между всеми возможными вариантами назначений и перестановками чисел $(1,2,...,n)$ (например, пусть i-я компонента перестановки задает номер работы, на которую назначен i-й работник), то, для малых n задача может быть решена посредством полного перебора. Для больших значений n существуют специальные методы решения задачи, наиболее известными из которых являются метод Эгевари (или венгерский метод) и метод Мака.

Следует заметить, что перечисленные методы находят суммарный максимум, однако при этом могут страдать интересы отдельных работников. Поэтому нужны механизмы перераспределения заработка, устраняющие или хотя бы частично компенсирующие возникающие в ходе поиска глобального максимума отдельные частные несправедливости. Один из таких механизмов использует идею построения векторов Шепли в корпоративной теории игр.

При составлении механизма перераспределения следует учитывать, что не все работы одинаковы для работника с точки зрения их выполнения. Разные работы имеют разную степень тяжести выполнения, разную продолжительность и т.д.

Заметим, что стоимость любой работы (услуги), предлагаемой на рынке, условно состоит из двух слагаемых. Первое слагаемое назовем *справедливой ценой*. Она покрывает стоимость работы с учетом ее сложности, тяжести, вредности или иной специфики, побочных затрат и т.д. Второе слагаемое назовем *прибавочной ценой*. Прибавочная цена обусловлена степенью благоприятности сложившейся коньюктуры при продаже данной работы (услуги). Например, стоимость гостиничных и ресторанных услуг, еды, и многого другого является завышенной вблизи туристических достопримечательностей или на курортах. Иногда прибавочная цена является следствием разрекламированного бренда и спекулирует на тщеславии покупателя. Наиболее это проявляется в индустрии мод и косметики.

Поэтому, при построении механизма перераспределения заработка из стоимости каждой работы следует вычесть ее справедливую цену и оперировать в дальнейшем распределением прибавочных цен.

Продемонстрируем процедуру построения аналога вектора Шепли для задачи о назначениях на примере

Пусть задана матрица назначений и группа из трех работников стремится максимизировать суммарный заработок и затем по возможности справедливо разделить его.

$$A = \begin{pmatrix} 8 & 6 & 2 \\ 7 & 5 & 4 \\ 11 & 1 & 5 \end{pmatrix}$$

Оптимальное назначение, максимизирующее суммарный заработок, описывается вектором $(2 \quad 3 \quad 1)$ (т.е. 1-й работник идет на 2-ю работу, 2-й на 3-ю, 3-й на 1-ю). При этом их заработок описыватся вектором (6,4,1), всего 21. Однако при этом оказались ущемлены интересы 2-го работника, он получил 4 – наименьший заработок из возможных.

Пусть приоритет права выбирать себе работу задается перестановкой, например перестановка (2,3,1) означает, что вначале право выбора работы принадлежит 2-му работнику, затем 3-й выбирает из двух оставшихся работ и 1-му достается оставшаяся работа. В данном случае назначение описывается вектором (2,1,3), а заработок – (6,7,5).
Аналогичные действия проделаем для всех 6-ти перестановок. Результаты представим в таблице. Затем находим вектор, каждая компонента которого равна среднему арифметическому всех компонент заработков.

Перестановка приоритета выбора работы	Перестановка назначений	Вектор зарабоков
(1,2,3)	(1,2,3)	(8,5,5)
(1,3,2)	(1,2,3)	(8,5,5)
(2,1,3)	(2,1,3)	(6,7,5)
(2,3,1)	(2,1,3)	(6,7,5)
(3,1,2)	(2,3,1)	(6,4,11)
(3,2,1)	(3,2,1)	(2,5,11)
Средний заработок по Шепли		(6, 5.5, 7)

Вычислим величину излишка – разницу между суммарным оптимальным заработком и суммарным заработком по Шепли $21-(6+5.5+7)=2.5$. Распределим эту добавку равномерно, добавив 5/6 ко всем компонентам заработка по Шепли – получаем вектор $(41/6, 19/3, 47/6)$ - это и есть справедливое распределение дохода.
Окончательная стратегия перераспределений заработков представлена в таблице

Работник	Работа	Заработок	Налог	Дотация	К выплате
1	2	6	-	5/6	41/6
2	3	4	-	7/3	19/3
3	1	11	19/6	-	47/6

Очевидным недостатком данного метода является то, что для построения вектора для n работников требуется порядка n! действий, т.е. алгоритм не является полиномиальным. Альтернативой может служить аналогичная процедура приближенного вычисления среднего заработка, который состоит в следующей последовательности действий.

Случайным образом сгенерируем перестановку $(i_1, i_2,..., i_n)$. Рассмотрим перестановку $(i_2,,..., i_n, i_1)$, получающуюся из данной переносом первой компоненты в конец и сдвигом остальных компонент на единицу влево и т.д, таким образом получаем еще n-1 перестановок. Для каждой из данных перестановок вычислим вектор назначений и соответствующий вектор заработков. Случайным образом выберем другую перестановку из тех, что не рассматривались ранее, для n перестановок, порожденных ею циклическим сдвигом проводим аналогичные вычисления и т.д., насколько позволяют ресурсы вычислительной техники.

УДК 519.8

Емеличев В. А., Коротков В. В.
Белорусский государственный университет
email: emelichev@bsu.by, wladko@tut.by

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИНИМАЕМЫХ ИНВЕСТОРОМ РЕШЕНИЙ, ОПТИМАЛЬНЫХ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ КРИТЕРИЕВ ВАЛЬДА

Рассмотрим векторный дискретный вариант задачи управления инвестициями Марковица [1]. Для этого введем ряд обозначений:

$N_n = \{1,2,\dots,n\}$ – альтернативные инвестиционные проекты (активы);

N_m – возможные состояния рынка (рыночные ситуации, сценарии развития);

N_s – виды (показатели) эффективности инвестиционного проекта;

$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T \in X \subseteq \mathbf{E}^n$ – инвестиционный портфель, где $|X| \geq 2$, $\mathbf{E} = \{0,1\}$,

$$x_j = \begin{cases} 1, & \text{если проект } j \text{ реализуется}, \\ 0 & \text{в противном случае;} \end{cases}$$

e_{ijk} – ожидаемая оценка экономической эффективности вида $k \in N_s$ инвестиционного проекта $j \in N_n$ в случае, когда рынок находится в состоянии $i \in N_m$;

$E = [e_{ijk}]$ – трехмерная матрица размерности $m \times n \times s$ с элементами из $\mathbf{R}$.

Под инвестиционной задачей $Z^s(E)$ с максиминными критериями эффективности Вальда [2] (см. также [3])

$$f_k(x, E_k) = \min_{i \in N_m} E_{ik} x = \min_{i \in N_m} \sum_{j \in N_n} e_{ijk} x_j \to \max_{x \in X}, \qquad k \in N_s,$$

будем понимать задачу последовательной оптимизации этих критериев, т. е. задачу поиска лексикографического множества (множества лексикографически оптимальных портфелей), которое зададим традиционным способом [4]

$$L^s(E) = \{x \in X : \ \nexists x' \in X \ (x' \underset{E}{\succ} x)\},$$

где

$$x' \underset{E}{\succ} x \ \Leftrightarrow \ f_p(x', E_p) > f_p(x, E_p),$$
$$p = \min\{k \in N_s : f_k(x', E_k) \neq f_k(x, E_k)\}.$$

Здесь $E_{ik} = (e_{i1k}, e_{i2k}, \dots, e_{ink})$ – i-я строка ($i \in N_m$) двумерного сечения $E_k \in \mathbf{R}^{m \times n}$ ($k \in N_s$) матрицы $E \in \mathbf{R}^{m \times n \times s}$.

Высокая степень неопределенности и некорректности исходной информации, возникающие в связи с использованием статистических и экспериментальных оценок эффективности (см., например, [5, 6]) вызывает необходимость выявления предельного уровня изменений начальных данных задачи (элементов матрицы E), при которых не появляются новые лексикографически оптимальные портфели. Такой подход приводит к ключевому понятию радиуса устойчивости задачи $Z^s(E)$. Величина радиуса устойчивости существенно зависит от метрик, введенных в пространствах параметров задачи.

Для любого натурального числа $d \geq 2$ в действительном пространстве $\mathbf{R}^d$ зададим линейную l_1, евклидову l_2 и чебышевскую l_∞ метрики, т. е. под нормой вектора $a = (a_1, a_2, \dots, a_d) \in \mathbf{R}^d$ будем понимать соответственно числа $\|a\|_1 = \sum_{j \in N_d} |a_j|$, $\|a\|_2 = (\sum_{j \in N_d} a_j^2)^{1/2}$ и $\|a\|_\infty = \max\{|a_j| : \ j \in N_d\}$.

Радиусом устойчивости задачи $Z^s(E)$ называется число [7]

$$\rho(m,n,s) = \begin{cases} \sup \Xi, & \text{если } \Xi \neq \varnothing, \\ 0, & \text{если } \Xi = \varnothing, \end{cases}$$

где

$$\Xi = \{\varepsilon > 0 : \forall E' \in \Omega(\varepsilon) \quad (L^s(E+E') \subseteq L^s(E))\},$$
$$\Omega(\varepsilon) = \{E' \in \mathbf{R}^{m\times n\times s} : \|E'\| < \varepsilon\}, \quad E' = [e'_{ijk}],$$
$$\|E'\| = \left\|\left(\|E'_1\|, \|E'_2\|, \ldots, \|E'_s\|\right)\right\|_\infty,$$
$$\|E'_k\| = \left\|\left(\|E'_{1k}\|, \|E'_{2k}\|, \ldots, \|E'_{mk}\|\right)\right\|_\infty, \; k \in N_s.$$

Тем самым, в критериальном пространстве эффективности $\mathbf{R}^s$ и в пространстве состояний рынка $\mathbf{R}^m$ задана одна и та же чебышевская метрика l_∞. Осталось определиться с метрикой в пространстве портфелей $\mathbf{R}^n$, т. е. с нормой векторов E'_{1k}, E'_{2k}, ..., E'_{mk}.

Теорема. *Пусть $L^s(E) \neq X$ (в противном случае $\rho(m,n,s) = \infty$). Если в пространстве портфелей $\mathbf{R}^n$ задана линейная метрика l_1, то*

$$\varphi(m,n,s) \leq \rho(m,n,s) \leq mn\varphi(m,n,s).$$

Если в пространстве портфелей $\mathbf{R}^n$ задана евклидова метрика l_2, то

$$\psi_1(m,n,s) \leq \rho(m,n,s) \leq \psi_2(m,n,s).$$

Здесь

$$\varphi(m,n,s) = \min_{x \notin L^s(E)} \max_{x' \in L^s(E)} \gamma(x,x'),$$
$$\psi_1(m,n,s) = \min_{x \notin L^s(E)} \max_{x' \in L^s(E)} \frac{\gamma(x,x')}{\|x\|_2 + \|x'\|_2},$$
$$\psi_2(m,n,s) = \min_{x \notin L^s(E)} \max_{x' \in L^s(E)} \frac{\gamma(x,x')}{\|x - x'\|_2},$$
$$\gamma(x,x') = \max_{i \in N_m} \min_{i' \in N_m} (E_{i'1}x' - E_{i1}x).$$

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Ф11К-095).

Литература

1. Markowitz H. M. Portfolio selection: efficient diversification of investments. – Oxford: Blackwell Publ., 1991. – 384 p.
2. Вальд А. Статистические решающие функции. В сборн. Позиционные игры / под ред. Н.Н. Воробьева и Н.Н. Врублевской. – М.: Наука, 1967. – С. 300–522.
3. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. – Киев: ВПЦ «Київський університет», 2010. – 336 с.
4. Червак Ю.Ю. Оптімізація. Непокращуваний вибір. – Ужгород: Ужгородський Національный університет, 2002. – 312 с.
5. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика. – М.: Дело, 2008. – 1104 с.
6. Царев В. В. Оценка экономической эффективности инвестиций. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 464 с.
7. Сергиенко И. В., Шило В. П. Задачи дискретной оптимизации. Проблемы, методы решения, исследования. – Киев: Наукова думка, 2003. – 260 с.

УДК 004.94:004.8

Єгорова О.В.
Черкаський державний технологічний університет

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ З ВІДТЕРМІНУВАННЯМ ПЛАТЕЖУ ЗА ПОСТАВЛЕНИЙ ТОВАР

Основним інструментом прийняття рішень при управлінні запасами є модель оптимального обсягу замовлення, яка передбачає оплату товару за фактом отримання. В сучасних ринкових умовах глобалізаційні процеси та економічна криза актуалізують необхідність використання постачальником маркетингових інструментів: рекламних акції, знижок на товари, продаж товарів з відстрочкою або у кредит. Покупцю завжди вигідно відтермінувати платіж, щоб встигнути до закінчення кредитного періоду розподілити товар у роздрібній мережі та отримати виручку від реалізації продукції, яка, разом з тим, буде розміщена на депозиті і принесе додатковий дохід у вигляді відсотків [1]. Попередній аналіз процесу закупівлі запасів покупцем дозволяє зробити висновки про декілька причин невизначеності. По-перше, складно прогнозувати попит на продукцію та чинники, які на нього впливатимуть у поточному періоді. По-друге, мають місце постійні коливання витрат на придбання та поповнення запасів. Таким чином, особливого значення набувають нечіткі моделі управління запасами.

Формалізуємо модель оптимального обсягу замовлення товарів з відтермінованою оплатою. Вважаємо, що дефіцит покривається при черговій поставці, у результаті приймального контролю, який відбувається з помилками, можливе виявлення пошкоджених (вторинна сировина), бракованих та нормальних товарів, грошові потоки приведені до моменту початкових інвестицій. Прибуток від реалізації продукції визначаємо за формулою:

$$TP(T)=\frac{e^{-j\cdot T}\left(D^2\left(Q^2+x_5-x_6\right)\cdot x_7+D\cdot x_1+D\cdot Q\left(x_9+x_{12}+x_{13}\right)-Q^2\left(x_3-D\cdot x_8\right)-Q\left(x_4+x_{10}\right)\right)}{Q\cdot x_{14}}$$

$$-\frac{e^{-j\cdot T}\left(D\cdot C_O\cdot x_{11}-x_2\right)}{Q\cdot x_{14}}+K(T),$$

$T=\frac{(1-p)D}{x}$ – тривалість операційного циклу, Q – нечітка величина обсягу партії замовлення на поповнення запасів, D – нечітка величина інтенсивності попиту, $\{x_1,x_2,...,x_n\},n=\overline{1,15},$ – множина грошових потоків не пов'язаних з торговим кредитом, що мають місце на протязі операційного циклу, $K(T)=\begin{cases}Q\cdot y_1-D\cdot y_2-D\cdot C\cdot y_{10},M\le T,\\ D\cdot y_3-Q\cdot y_4,M>T,\\ Q\cdot y_5-D\cdot y_6-D\cdot C\cdot y_{11}+D\cdot C\cdot y_{12},M<N\le T,\\ Q\cdot y_7-D\cdot y_8+Q\cdot y_9-D\cdot C\cdot y_{13},M<T<N,\end{cases}$ – нечітка величина прибутку від торгового кредиту, C – нечітка величина закупівельної вартості одиниці товару, $\{y_1,y_2,...,y_n\},k=\overline{1,13},$ – множина грошових потоків, що пов'язані з торговим кредитом, M – тривалість кредитного періоду.

Для розв'язання задачі управління запасами пропонуємо застосувати модифікований метод композиційного подолання невизначеності [2] із нечіткими штрафними функціями.

1. Sharma, A. Optimal policy for EOQ model with two level of trade credits in one replenishment cycle [Text] / A. Sharma, R. Goel, N. K. Dua // American journal of operations research. – 2012. – Vol. 2. – P. 51-58.
2. Снитюк, В. Е. Композиционное преодоление неопределенности в задачах нелинейной многофакторной оптимизации [Текст] / В. Е. Снитюк // Искусственный интеллект. – 2004. – № 4. – С. 207-210.

УДК 519.6

Єдинак О.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СТРУКТУРА ВИКОРИСТАННЯ ВАЛОВОГО ВНУТРІШНЬОГО ПРОДУКТУ УКРАЇНИ У ПОРІВНЯННІ З РОЗВИНУТИМИ КРАЇНАМИ СВІТУ

В міжнародної практиці одним з основних показників розвитку економіки країни, безумовно, є обсяг валового внутрішнього продукту (ВВП) та його виробництво у розрахунку на одного мешканця країни. Разом з цим структура використання ВВП є ще однією доволі яскравою характеристикою стану економіки країни і внутрішньої політики держави. Наприклад, висока питома вага обсягів накопичення капіталу в структурі ВВП свідчить намагання держави забезпечити динамічний розвиток економіки. Позитивне (негативне) значення чистого експорту показує характер зовнішньоекономічних відносин держави. Саме це свідчить і про залежність економіки від імпорту (поставок певних видів продукції), і про стан конкурентоспроможності власної продукції на світовому ринку. Питома вага ВВП, яка спрямовується на задоволення кінцевого споживання свідчить про рівень підпорядкованості економіки за для задоволення внутрішніх потреб населення країни, включаючи потреби державного управління.

Саме аналізу цих показників економіки України в порівнянні з розвинутими країнами світу присвячена ця стаття. Матеріали цього аналізу викладені в табл.1[1].

Таблиця 1

Структура використання валового внутрішнього продукту
в окремих країнах світу (2009 рік, відсотків)

Країни	Валовий внутрішній продукт, всього	Кінцеве спожи-вання	у тому числі		Валове накопи-чення	Чистий експорт товарів та послуг	ВВП, % до поперед-нього року
			домого-сподарств	органів державного управління			
Німеччина	100	74,7	56,7	18,0	18,3	7,1	95,1
Канада	100	74,8	55,5	19,3	18,0	1,9	97,4
Росія	100	65,3	48,6	16,7	25,5	9,2	92,1
Великобританія	100	85,0	63,8	21,2	18,4	-3,4	95,1
США	100	86,8	70,7	16,1	18,3	-5,2	97,6
Франція	100	79,8	56,7	23,1	22,1	-1,9	97,4
Україна	100	84,6	64,5	20,1	17,1	-1,7	84,9
Швеція	100	76,7	48,6	28,1	15,9	7,3	94,9
Польща	100	79,7	61,4	18,3	20,2	0,1	101,7
Білорусь	100	72,9	56,1	16,8	38,5	-11,4	100,2
Китай	100	48,6	35,3	13,3	43,5	7,9	108,7

Тенденція до високої ваги розмірів кінцевого споживання в структурі ВВП найбільш чітко простежується у високо-розвинутих країн. Це, безумовно, є характерною рисою країн економіки споживчої спрямованості. Разом з цим у таких країнах порівняно менше коштів спрямовується на накопичення основного капіталу. В Україні також відстежується прагнення до створення аналогічної структури розподілу ВВП. Зауважимо, що таке становище припустиме для багатих країн і негативно впливає на країни з перехідною економікою. В умовах кризової ситуації, яка склалася в 2008 – 2009 роках, саме така структура розподілу ВВП негативно вплинула на динаміку економіки. І, якщо у високо розвинутих країнах обсяги ВВП в 2009 р. порівняно з попереднім скоротилися на 4-7 відсотків, то в Україні цей показник складав майже 15 відсотків.

Необхідною умовою динамічного розвитку економіки є спрямування більшої частини ВВП на оновлення основного капіталу в країні. Підтвердженням цього висновку є Китай.

Там на ці цілі виділялося 43,5% ВВП, і навіть, під час світової економічної кризи спостерігалося лише уповільнення темпів зростання ВВП. Аналогічна ситуація склалася в Польщі і Білорусії.

Досить низький рівень спрямування ВВП на накопичення основного капіталу безпосередньо впливає на швидке старіння виробничих потужностей. Як наслідок, втрата конкурентоспроможності продукції на зовнішньому ринку.

Як негативне явище в економіці України слід відмітити негативне сальдо зовнішньоторгового балансу, яке веде до знецінення національної грошової одиниці та підвищення темпів інфляції.

Розподіл галузевої структури ВВП країн Західної Європи і США свідчить про розвиток невиробничих видів економічної діяльності табл. 2 [2].

Таблиця 2

Галузева структура ВВП

Країни	ВВП, всього	у тому числі							
		сільське і лісове госпо-дарство	проми-словість	будів-ництво	транс-порт і зв'язок	торгівля готелі, ресто-рани	фінансова діяльність операції з нерухом.	освіта, охорона здоров'я	інші послуги
Німеччина	100,0	1,1	25,0	4,1	5,6	12,4	29,1	11,6	11,1
Канада	100,0	2,2	25,5	5,4	7,1	13,8	26,0	11,6	8,8
Росія	100,0	4,7	27,2	5,5	9,5	20,8	17,6	6,9	7,8
Великобританія	100,0	0,9	18,5	6,2	7,2	15,0	30,0	12,2	9,9
США	100,0	1,3	17,1	4,7	–	19,0*	33,0	24,9**	–
Франція	100,0	2,2	15.1	5,8	6,4	12,9	32,0	13,9	11,7
Україна	**100,0**	**7,7**	**25,0**	**2,6**	**12,2**	**14,5**	**20,3**	**9,4**	**8,3**
Швеція	100,0	1,8	22,7	4,3	8,2	12,1	24,4	16,8	9,7
Польща	100,0	4,3	24,5	7,3	7,0	19,7	18,6	8,4	10,0
Білорусь	100,0	9,3	29,1	12,1	10,1	12,5	9,7	8,2	9,0
Китай	100,0	11,1	43,0	5,5	5,8	9,5	11,4	4,3	9,4

* Враховуючи інші послуги

**Враховуючи транспорт і зв'язок

Частка промисловості в них становить від 15% (Франція) до 25% (Німеччина), при цьому фінансова діяльність більше ніж 30%. Таким чином розвинуті країни спрямовують свої доходи на задоволення соціальних потреб і розвитку фінансового ринку. Сільське господарство в цих країнах здебільше забезпечує лише власні потреби.

Україна за показниками розподілу ВВП наближається до світових лідерів. Однак ті види економічної діяльності, які приносять один з найбільших внесків у формування ВВП все одно слабо розвинені. Фінансова діяльність в Україні складає лише 20%, тоді як Франція має 32%, Великобританія – 30%. Нажаль і «соціальні» частки у загальному розподілі ВВП доволі малі. Освіта і охорона здоров'я складає лише 9,4%, менше тільки у Китаї – 4,3%. З таблиці 2 також видно, що на сьогодні Україна залишається аграрною країною (частка сільського господарства – 7,7%).

На наш погляд, для подальшого розвитку економіки країни необхідно розвивати невиробничі види економічної діяльності. Одночасне зростання виробничих і посилення невиробничих видів економічної діяльності приведе до перерозподілу галузевої структури ВВП. І тільки збалансована структура внутрішнього валового продукту захистить країну від кризових явищ.

Желдак Т.А.
Державний ВНЗ «Національний гірничий університет»

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ OLAP ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПРИ БАГАТОЕТАПНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

При промисловому виробництві широкого сортаменту прокатної металургійної продукції, зокрема, сортового прокату й безшовних труб, виникає актуальна проблема так званого інформаційного «сліду». Метал, що виплавляється, перш ніж стати готовою продукцією проходить кілька переділів (технологічних операцій), кожна з яких вносить зміну у параметри майбутнього виробу, а також може виявляти помилки та недоліки попередніх операцій.

Відсутність інформаційного зв'язку між кінцевою продукцією, а точніше – її фізичними параметрами, що визначають якість і прийнятність для замовника, та конкретною технологічною ланкою, де ці параметри були закладені (порушені) призводить до суттєвих проблем керування технологічним процесом в цілому, породжуючи конфлікт виробничих функцій окремих переділів.

Автором раніше [1] запропоновано інтеграцію баз даних, що містять відомості про кожну з технологічних операцій у складі системи підтримки прийняття рішень на рівні підприємства, яка б пов'язувала, з одного боку, кожну конкретну одиницю продукції з усіма технологічними операціями її отримання та задіяним персоналом, а з іншого – виконувала б функції оперативного керування на рівні автоматизованих систем керування окремими технологічними операціями.

Практика побудови й наповнення подібної бази даних показала, що за доволі короткий час кількість «сирих» даних, що накопичуються, сягає до сотні рядків за хвилину. Кожен рядок містить від 20 до 60 полів – у залежності, який саме процес описується (шихтовка, виплавка сталі, розливка плавки на злитки, прокатка злитків, розкроювання заготовки, прокатка продукції, розкроювання продукції, тощо).

В ході накопичення даних та супроводу їх зберігання було з'ясовано, що зведення усіх даних у одну базу є вкрай нераціональним, оскільки завантажує канали зв'язку і центральний сервер обслуговуванням запитів до бази. Натомість запропоновано ведення окремих баз на кожній ділянці, дані у яких перетинаються за відповідними маркерами, що об'єднують, з одного боку, замовлення, до якого належить продукція, дані про яку вносяться при кожній операції, з іншого – конкретну плавку, що характеризується унікальними фізико-хімічними процесами протікання.

Задача ідентифікації процесів та закономірностей у складних системах, якими є металургійні виробництва, як і побудова математичної моделі за результатами спостережень, мають ключову роль у сучасній теорії управління і прийнятті рішень. Розв'язання задачі ідентифікації є обов'язковим етапом для наступного прийняття рішень або формування керуючого впливу.

Для багатовимірного аналізу інформації про роботу металургійного підприємства, що надходить у обсягу 10^5 - 10^6 записів на тиждень, необхідно використовувати сучасні сховища даних. Сховища даних повинні забезпечувати високу швидкість отримання даних, можливість отримання і порівняння так званих зрізів даних, а також несуперечність, повноту і достовірність даних.

Ключовим компонентом побудови та застосування сховищ даних є OLAP [2]. Ця технологія заснована на побудові багатовимірних наборів даних - OLAP-кубів, осі якого містять параметри, а клітинки - залежні від них агрегатні дані. Програми з OLAP-функціональністю повинні надавати користувачеві результати аналізу за прийнятний час, здійснювати логічний і статистичний аналіз, підтримувати багатокористувацький доступ до даних, здійснювати багатовимірне концептуальне подання даних і мати можливість звертатися до будь-якої потрібної інформації.

Оскільки реальні запропоновані автором бази даних та їх агрегація знаходяться ще в процесі розробки та наповнення, для тестування запропонованого підходу був використаний

відомий набір даних [3] про типи мережевих атак на локальну мережу. Вихідний набір був поділений на близько 5 мільйонів записів навчальної вибірки та близько 2 мільйонів записів тестової вибірки. Близько 20% з'єднань – нормальні. Решта – спроби несанкціонованих вторгнень різних видів (23 види). Кожне з'єднання описано в базі вхідних даних 42-ма параметрами символьного, логічного та дійсного типів даних. Про наявність апріорного зв'язку між тим чи іншим параметром та видом з'єднання не відомо. Запропонована структура даних близька до тих, що описують прокатну продукцію.

В ході аналізу початкових даних було виконано їх перевірку на мультиколінеарність та гетероскедастичність. Після несуттєвого скорочення простору даних було створено багатовимірне сховище агрегованих даних (гіперкуб).

Важливим етапом стало виконання відокремлення категорійних параметрів від числових. Простір даних навчальної вибірки було розбито на кластери за перетином категорійних параметрів (протокол, служба та прапорець з'єднання). Виявлені 364 не порожніх кластери, кожен з яких містить елементи одного або більше класів. Визначені 210 кластерів, які відповідають лише одному типу з'єднання, що ідентифікується за допомогою правил вигляду

(Protocol = id1) & (Service = id2) & (Flag = id3) → (Type = id_klass)

де *id1*, *id2* та *id3* – ідентифікатори відповідно протоколу з'єднання, служби та прапорця, а *id_klass* – ідентифікатор класу з'єднань.

Для подальшої ідентифікації було застосовано механізм багатоваріантної логістичної регресії. В кожному кластері були знайдені рівняння, які дозволяють класифікувати приклади з'єднань на один з припустимих класів. Для відбору значимих параметрів, що включалися до моделі багатоваріантної логістичної регресії, застосовувалися карти Кохонена – нейронні мережі з самонавчанням, що дозволяють візуально визначити й виключити з подальшого розгляду виміри, які не є класифікуючими.

Експериментальна перевірка на навчальній виборці показала, що СППР з удосконаленим алгоритмом ідентифікації вторгнень демонструє в реальному масштабі часу надійність, близьку до 0,999, припускаючись від 0,0003% до 0,03% помилок, що краще ніж у [3].

Тестування на виборці, що містила крім відомих 14 невідомих раніше типів атак та мала інше співвідношення між видами з'єднань, показала, що надійність системи при ідентифікації класу загрози, або найближчої до неї за типом становить не менше 0,968, а при розділенні з'єднань на нормальні й небезпечні – не менше ніж 0,99. Така точність ідентифікації свідчить про правильність обраного підходу до вирішення задачі та розробленого алгоритму.

Проведені дослідження демонструють необхідність застосування OLAP при накопиченні великих обсягів даних про роботу підприємства, створення гіперкубів даних за категорійними ознаками та побудови багатоваріантної логістичної регресії за числовими параметрами.

Запропонований принцип може бути застосований при прогнозуванні механічних властивостей прокатної продукції, розрахунку шихтовки сталі та прогнозуванні тривалості роботи футеровки кисневого конвертера.

1. Слесарєв, В.В. Інтегровані системи керування багатоетапним металургійним виробництвом на прикладі прокатки труб [Текст] / В.В. Слєсарєв, Т.А. Желдак // Системные технологии. – Выпуск 4 (75). – Днепропетровск, 2011. – с. 78–85.
2. Барсегян А.А. Технологии анализа данных: Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP: / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ – Петербург, 2007. – 384 с.: ил.
3. Stolfo S. J. "Cost-based Modeling for Fraud and Intrusion Detection: Results from the JAM Project" / Salvatore J. Stolfo, Wenke Lee, Wei Fan, Andreas Prodromidis, and Philip K. Chan // DARPA Information Survivability Conference. – 2000.

УДК 519.8(075.8)

Е.Ю. Зайченко, Ю.П. Зайченко
Киев, Институт прикладного системного анализа НТУУ «КПИ»,
baskervil@voliacable.com, syncmaster@bigmir.net

ЗАДАЧА НЕЧЕТКОГО КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА СЕТЕВЫХ ГРАФАХ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Введение.

В последние годы сетевые моделипринятия решений находят широкое применение во многих задачах принятия решений, в частности календарного планирования, сетевого планирования и управления, управления проектами. Традиционно такие задачи решаются в детерминированной постановке, в предположении, что длительности операций (проекта или обработки деталей) являются известными точно, т.е. в условиях определенности. Для их решения обычно используются методы динамического программирования. Однако на практике длительности выполнения операций известны лишь приблизительно и соответствующую задачу приходится решать в условиях неопределенности. Для их решения целесообразно использовать аппарат нечеткой математики, и в частности нечеткого математического программирования[1].

Целью настоящей работы является рассмотрение задач нечеткого сетевого планирования и изложение предлагаемого подхода к их решению.

Постановка задачи

Пусть имеется комплекс работ, которые должны быть выполнены, заданный в виде ориентированного сетевого графа $G=\{X,E\}$, где $X=\{x_i\}$, $1\le i\le n$ - вершины графа (события), $E=\{(x_i,x_j)\}$ - дуги графа (операции). Обозначим $(x_i,x_j)=l_k$ - операцию, связывающую вершины x_i и x_j.

Сетевой граф (СГ) задается своей матрицей инцидентности $B=[b_{ij}]$, $1\le i\le n$, $1\le j\le N$, где элементы матрицы задаются следующим образом:

$b_{ij}=$ 1 , если операция l_j начинаетсяв вершине x_i ;

-1 , еслиоперация l_j заканчивается в вершине x_i ;

0 , в остальныхслучаях.

Свяжем с каждой операцией l_j время выполнения t_j, которое в общем случае является нечетким числом (НЧ) с известной функцией принадлежности (ФП) $\mu_{t_j}(x)$.

Пусть СГ представлен на рис. 1, где $1\le i\le 6$, - вершины графа (события), {A, B, C, D, E, F, M, N}, - дуги графа(операции).

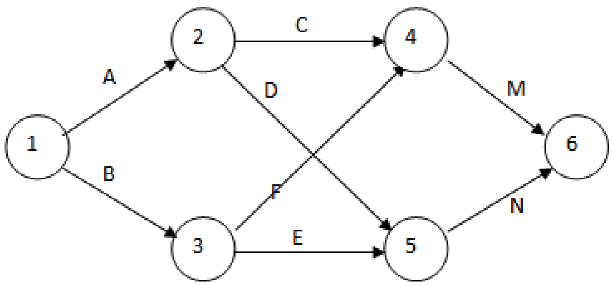


Рис. 1.

Пусть такжеимеются ограниченные взаимозаменяемые ресурсы, используемые для выполнения операций. При этом, если на выполнение операции l_j выделен ресурс r_j, то время работы задается формулой:

$$t_j = \frac{t_{0j}}{r_j}\ , \quad \text{где } r_j \text{ - натуральное число.}$$

Если t_{0j} - исходное НЧ с ФП $\mu_{t_{0j}}(x)$ и на выполнение работы l_j выделен ресурс r_j, то соответствующая ФП равна:

$$\mu_{t_j}(x) = \mu_{t_{0j}}(x / r_j) \quad .$$

Обозначим через t_i^H, $1 \le i \le n$ - момент наступления события i. Положим $t_1^H = 0$, и обозначим $t_n^H = T_{дир}$ - директивное время окончания проекта. При этом если событие j следует за событием i, то

$$t_j^H = \max_{i \in P(j)} \{t_i^H + t_{ij}\}, \qquad (1)$$

где $P(j)$- множество всех событий, предшествующих событию j.

Величина t_j является нечеткой ссоответствующей ФП $\mu_{t_j}(x)$. Ее ФП определяется по правилам сложения для НЧ.

Обозначим через t_j^{ok} - момент окончания операции l_j, тогда имеем:

$$t_i^{ok} \le \min_{j \in G(i)} (t_j^{ok} - t_{ij}) \quad . \qquad (2)$$

где $G(i)$ - множество всех операций, следующих за операцией i.

Прежде чем решать задачу оптимизации нечетких СГ, необходимо решить задачу *анализа* СГ и определения $T_{дир}$ при фиксированном распределении ресурсов $r_j = r$. Проблема анализа осложняется тем, что длительность выполнения операций, а также величины моменты начала t_i^H и окончания операций t_j^{ok} являются нечеткими, а кроме того, необходимо выполнять операции максимума и минимума над НЧ.

Следовательно, вычисляя (просчитывая) последовательно сеть в прямом направлении и выполняя операции сложения НЧ согласно (1) найдем последовательно моменты $t_{нj}, t_{ок,j}$

Рассмотрим методику построения критического пути уровня α $T_{кр}^{\alpha}$.

Для этого найдем для каждой нечеткой величиныподмножество уровня α:
$T_{ij}^{\alpha} = [t_{ijl}^{\alpha}, t_{iju}^{\alpha}]$ ij

Выполним расчет величины $T_{кр}$ для пессимиста и оптимиста: $T_{кр,пес}^{\alpha}$, $T_{кр,опт}^{\alpha}$.

Положим $t_{1н}^{\alpha} = 0$

Вычислим ранние моменты наступления всех событий последовательно по формуле (1). Пусть событие j следует за событием i. Тогда

$$t_{jн}^{\alpha} = \max_{i\epsilon P(j)}(t_{iн}^{н} + t_{iju}^{\alpha}), \quad (3)$$

где $P(j)$ - множество всех событий, предшествующих j.

Используя эту формулу, находим ранние моменты наступления всех событий $t_{jн}$, j=1,2,…,(n-1). Наконец, на последнем шаге для последнего события j = n вычисляем $T_{дир}^{\alpha}$. Это величина критического пути уровня α. Ее можно считать величиной критического пути для пессимиста.

Далее вычисляем сеть в обратном направлении.

Положив момент окончания события j через $T_{конj}^{\alpha}$ и $T_{конn}^{\alpha} = T_{дир}^{\alpha}$, последовательно вычисляем моменты окончания для события i, предшествующегоj:

$$T_{iконu}^{\alpha} = \min_{j\in S(i)}(T_{jкон}^{\alpha} - t_{iju}^{\alpha}), \quad (4)$$

где S (i) - множество вершин, непосредственно следующих заi.

Аналогично, $T_{iконl}^{\alpha} = \min_{j\in S(i)}(T_{jкон}^{\alpha} - t_{ijl}^{\alpha})$. (5)

В результате мы можем найти резервы времени всех операций (i, j) (событий):

$$t_{резil}^{\alpha} = \max\ \{T_{iконu}^{\alpha} - T_{iначl}^{\alpha}; 0\}, \quad (6)$$

Далее просчитываем сеть по критерию оптимиста. Найдем

$$T_{дир,опт} = T_{дирl}^{\alpha}$$

1. Положим момент появления события 1 $t_{1н}^{\alpha} = 0$.
2. Вычисляем ранние моменты появления всех следующих событий

$$t_{jнl}^{\alpha} = \max_{i\epsilon P(j)}(t_{iн}^{\propto} + t_{ijl}^{\alpha}). \quad (7)$$

Последовательно вычисляем $t_{jнl}$ для всех j = 1,2, ..., n.

Находим $T_{дирl}^{\alpha} = t_{nнl}$.

Таким образом величина критического пути $T_{дир}^{\alpha}$ является НЧ в интервале $[T_{дирl}^{\alpha}, T_{дирu}^{\alpha}]$.

Далее осуществляем расчет в обратном направлении и находим поздние моменты наступления всех событий $(T_{jконl}^{\alpha})$. Положим $T_{nконl}^{\propto} = T_{дирl}^{\alpha}$.

Далее для всех предыдущих событий вычисляем

$$T_{jконl}^{\alpha} = \min_{j\in S(i)}(T_{jконl}^{\alpha} - t_{ijl}^{\alpha})$$

где S (i) - множество всех событий (вершин) непосредственно следующих за j.

Далее вычисляем резервы времени операций

$$t_{резij}^{\propto} = T_{jконl} - (t_{iнl}^{\alpha} + t_{ijl}^{\alpha}), \quad (8)$$

Здесь возможны операции, для которых $t^{\propto}_{резij} = 0$ и они образуют критический путь уровня α для задачи оптимиста.

Далее можно сформулировать оптимизационную задачу сетевого планирования и управления (СПУ) следующим образом.

Пусть задан комплекс операций в виде СГ,в котором длительности всех операций являются НЧ с известными ФП, а также множество ресурсов для выполнения проекта R.

Обозначим $t_{n\hat{e}\hat{\imath}\acute{\imath}} = T_{\ddot{a}\grave{e}\eth}$, необходимо так распределить ресурсы по работам и найти объемы ресурсов выделенных работе j так, чтобы обеспечить:

$$T_{дир}(r_1, r_2, \ldots, r_n) \to \min , \tag{9}$$

$$\text{при условии } \sum_{j \in G^a(t)} r_j(t) \le R \quad , \tag{10}$$

где $G^a(t)$ - множество активных (то естьвыполняемых) работ в момент t.

Данная задача является комбинаторной задачей нечеткого математического программирования.[2]. Для ее решения предлагается использовать специально разработанный генетический метод.

В докладе излагается предлагаемый методрешения сформулированной задачи и приводятся результаты решения численных примеров. Обсуждаются возможности предложенного аппарата и перспективы его практического применения.

Литература

1. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах.-К.: Изд. Дом « Слово», 2008.- 344 с.
2. ЗгуровскийМ.З.., Зайченко Ю.П. Модели и методы принятия решений в нечетких условиях..- Изд. «Наукова думка», 2011.-275 с.

УДК 517.977

Заховалко Т.В.
ДВНЗ «Запорізький національний університет» МОНмолодьспорт України
tvz_99@mail.ru

МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ РОЗМІЩЕННЯ РЕКЛАМНИХ ОГОЛОШЕНЬ

В роботі видавництв виникає наступна задача про розміщення рекламних оголошень на сторінках друкованих видань: необхідно на плоскому прямокутному аркуші зі цілочисельними сторонами розташувати плоскі прямокутні блоки зі цілочисельними сторонами з максимально можливою симетрією.

При цьому постановка задачі може містити ряд критеріїв. Наприклад, критерій щільності упаковки або мінімуму пустих місць на сторінці, критерій компактності упаковки (потрібно, щоб блоки якомога більш тісно прилягали однин до одного), нарешті, критерій симетрії або асиметрії (потрібно щоб блоки мали найбільшу або найменшу симетрію відносно деякої групи перетворень). Щодо останнього критерію, то він є основним для дизайнера видання (зрозуміло, у випадку, коли всі фінансові питання вирішено раніше).

В роботі побудовано математичну модель сформульованої вище практичної задачі.

Нехай задано прямокутний аркуш-основа, який розбито на прямокутні блоки однакового розміру, які будемо називати юнітами. Аркуш-основа перетворюється в спеціальний граф $G=(V,E)$ наступним чином. Кожному юніту поставлено у відповідність вершину $v\in V$ спеціального графа G. Пара вершин v_1, v_2 поєднані ребром (тобто суміжні), тоді й тільки тоді, коли відповідні їм юніти мають спільну границю, причому ця границя відрізняється від точки. В результаті отримаємо так званий граф-решітку (або просто решітку) [1].

Рекламне оголошення вміщується в блок, що складається з одного або декількох юнітів. Очевидно, що кожному рекламному блоку буде відповідати деякий підграф-решітка. Види рекламних блоків визначають множину типових підграфів, якими має бути покрито вихідний граф-решітку. Тобто, множина T типових підграфів для задачі реберного покриття графа-решітки також складається з типових графів-решіток.

Означення. Дві решітки G_1 та G_2 будемо називати *r*-ізоморфними, якщо існує такий ізоморфізм графів G_1 та G_2, при якому зберігається не тільки відношення суміжності, а й орієнтація ребер, тобто горизонтальним ребрам графа G_1 відповідають горизонтальні ребра графа G_2, вертикальним ребрам графа G_1 відповідають вертикальні ребра графа G_2.

Очевидно, що будь-які два *r*-ізоморфні графи є ізоморфними. Навпаки, взагалі кажучи, не вірно.

Нехай граф G – це решітка. Множина T типових графів складається зі скінченого числа решіток різних розмірів. Припустимими розв'язками задачі про розміщення рекламних оголошень будуть часткові покриття графа G типовими графами з T, у яких кожна компонента зв'язності покриття *r*-ізоморфна одному з типових графів з T.

На множині $X=\{x=(V_x,E_x)\}$ усіх припустимих часткових покриттів визначимо цільову функцію, яка відбиває ступінь симетричності покриття відносно деякої заданої групи перетворень (симетрій) A графа $x=(V_x,\, E_x)$:

$$F(x)=\mu_A(x)=\frac{|E_x|}{|O_A(x)|}\to extr,\quad extr\in\{\max,\, \min\}. \tag{1}$$

Таким чином, математична модель задачі про розміщення рекламних оголошень на сторінці друкованого видання полягає у наступному.

Задано: граф-решітка $G=(V,\ E)$, множина $T=\{t_1,t_2,...,t_S\}$ типових графів-решіток та A - група симетрій. Необхідно з множини $X=\{x=(V_x,E_x)\}$ припустимих T- покриттів знайти таке покриття, на якому досягає екстремуму функція (1) , тобто те, що має максимальну або мінімальну міру симетрії $\mu_A(X)$ відносно заданої групи симетрій A. Вид симетрії покриття визначається групою симетрії A [].

Таким чином, якщо задано конкретний вид групи симетрій A, то задачу про реберне T - покриття графа-решітки повністю визначено.

Якість T- покриття окрім критерію (1) може оцінюватися ще і другим критерієм, наприклад, критерієм міри щільності покриття $\frac{|V_x|}{|V|}$, тобто відношенням кількості вершин в покритті-решітці $(|V_x|)$ до кількості вершин вихідного графа-решітки.

Ще однією характеристикою, яка є достатньо важливою з точки зору практичного застосування побудованої моделі, є оцінка компактності покриття. Тому третій можливий критерій оцінки T - покриття визначимо наступним чином.

Нехай маємо T- покриття $x=(V_x,\ E_x)$, де t_s^k - компонента зв'язності покриття, що отримана на кроці k алгоритму і є ізоморфною типовому підграфу $t_s \in T$. Для кожної компоненти t_s^k, $k=\overline{1,\ K}$ визначимо величину $r_x\left(t_s^k\right)$ як кількість ребер графа G, один кінець яких є вершиною графа t_s^k, а другий кінець – одна з вершин доповнення $x \setminus t_s^k$.

Для оцінки міри компактності T- покриття x приймемо величину

$$r(x)=\min_{t_s^k \in x} r_x\left(t_s^k\right).$$

Таким чином, отримано 3-критеріальну задачу про реберне T- покриття графу-решітки:

$$F(x)=\left(F_1(x),\ F_2(x),\ F_3(x)\right)$$

$$F_1(x)=\mu_A \to extr, \qquad extr \in \{\min,\ \max\},$$

$$F_2(x)=\frac{|V_x|}{|V|} \to \max,$$

$$F_3(x)=r(x) \to \max.$$

Тоді шуканим розв'язком задачі, як і у загальному випадку багатокритеріальної задачі про реберне покриття графу, можна вважати ПМА X^0, або лексикографічну множину альтернатив (ЛМА) X_{lex}^0 [3].

Доведено, що для двох графів-решіток $G=(V,\ E)$ з розміром $a \times b$ та $G_1=(V_1,\ E_1)$ з розміром $a_1 \times b_1$ проблема з'ясування чи містить граф G підграф, який r-ізоморфний графу G_1 є поліноміально розв'язуваною з трудомісткістю $O(4n)$, $n=a*b=|V|$. На основі цього побудовано алгоритм розв'язання задачі про T- покриття графа-решітки типовими підграфами - решітками із критерієм симетрії.

1. Лекции по теории графов / Под ред.В.А.Емеличева. - М.: Наука, 1990.- 384 с.
2. Максишко Н.К., Заховалко Т.В. Моделі та методи розв'язання прикладних задач покриття на графах та гіперграфах: монографія - Запоріжжя : Поліграф, 2009. – 244 с.
3. Перепелица В.А. Многокритериальные задачи теории графов. Алгоритмический подход: Учеб. пособие - К.: УМК ВО, 1989. – 67 с.

УДК 004.89:614.842.4

Землянський О. М.
Академія пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля, м. Черкаси
E-mail: zemapb@gmail.com

АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Розглянемо задачу оптимізації структури СПС для випадку, коли приміщення характеризується нерівномірним, змінним пожежним навантаженням або має джерела підвищеної пожежної небезпеки.

За визначенням останні об'єкти характеризуються підвищеною ймовірністю виникнення пожежі або досягнення їх вогнем може призвести до техногенних або екологічних катастроф [1].

Нехай Ξ – горизонтальна проекція приміщення, де досліджується можливість оптимізації СПС, $\Xi = \{(x,y) \mid x \in [0,a], y \in [0,b]\}$. Кількість сповіщувачів, які встановлюються в приміщенні, є відомою і становить N одиниць. Координати розміщення сповіщувача є (x_d^j, y_d^j), $j = \overline{1,N}$, радіус зони відповідальності пожежного сповіщувача позначимо r_d. Ймовірність спрацювання сповіщувача у разі пожежі є p_c^j, найчастіше для $\forall_j = \overline{1,N}$: $p_c^j = p_c$. Середній час від початку пожежі до моменту часу спрацювання сповіщувача t_c^j. Кількість джерел підвищеної небезпеки позначимо K, ймовірність виникнення пожежі на кожному з них є $p_k^j, j = \overline{1,K}$. У роботі [2] показано, що за умови рівномірного пожежного навантаження приміщення цільова функція, яка визначає оптимальність розміщення сповіщувачів є такою:

$$F(w) = \sum_{i=1}^{M} \chi\Big(\sum_{j=1}^{N} \chi(d_{ij} < r) > 0\Big) \cdot \frac{1}{1-(1-p)^{\sum_{j=1}^{N}\chi(d_{ij}<r)}} \cdot \min_j d_{ij} + \sum_{i=1}^{M} \chi\Big(\sum_{j=1}^{N} \chi(d_{ij} < r) = 0\Big) \cdot \min_j d_{ij}. \quad (1)$$

Оскільки цільова функція (1) є поліекстремальною і недиференційованою, то для її мінімізації було запропоновано використати еволюційне моделювання. Конструктивні методи одержання розв'язку задачі $F(w) \to \min$ запропоновані в [2]. Очевидно, що ці методи є інваріантними по відношенню до виду цільової функції (1). Водночас (1) побудована для найпростішого випадку, коли приміщення має постійне рівномірне пожежне навантаження та відсутні джерела підвищеної пожежної небезпеки.

Важливою є задача певної «універсалізації» цільової функції (1) для більш загального випадку, куди включаємо:

- наявність джерел підвищеної небезпеки;
- постійне нерівномірне пожежне навантаження;
- змінне нерівномірне пожежне навантаження.

Список літератури

1. Землянский А. Н. Неопределенность и причинно-следственный принцип оптимизации систем пожарного мониторинга / А. Н. Землянский, В. В. Литвинов, В. Е. Снитюк // Математичні машини і системи. – 2011. – № 1. – С. 34-40.
2. Снитюк В.Є. Еволюційна оптимізація системи пожежного моніторингу в умовах рівномірної пожежної навантаженості приміщення / В.Є. Снитюк, О.М. Землянський // Вісник ЧДТУ. – 2011. – №2. – С. 117-121
3. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі, методи, алгоритми. – К.: Маклаут, 2008. – 364 с.

УДК 519.86

Іванова Н.Я.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Nadiyka.mail.ua@gmail.com

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК АНАЛІЗУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

В економічній літературі, як вітчизняній, так і зарубіжній, існує велика кількість визначень категорії "ціна". Сучасна теорія маркетингового ціноутворення базується на думці, що ціна є результатом комплексного впливу факторів ціноутворення залежно від зміни попиту та пропозиції на ринку конкретного товару.

Однією з актуальних задач, що виникають в процесі ціноутворення на споживчі товари, є задача вибору оптимального методу ціноутворення. Існують різні підходи до таких досліджень, однак сучасна методологія базується на ефективному використанні економіко-математичних методів та моделей, а також комп'ютерно-інформаційних технологій. Тому автоматизація розрахунків для побудови і аналізу економіко-математичної моделі вибору методу ціноутворення на основі експертних оцінок дозволяє полегшити процес прийняття рішення, і робить його обґрунтованим та оптимальним. При підтримці прийняття рішень в даній сфері маркетингової політики використовується експертна концептуально-понятійна та оціночна інформація. За головні параметри при здійсненні експертизи служать множина можливих та допустимих значень експертних оцінок, фактор взаємодії між експертами, обернений зв'язок з експертами та обробка отриманої інформації. Методи обробки експертної інформації можна поділити на групи: статистичні, алгебраїчні та шкалювання [1]. При побудові моделі вибору оптимального методу ціноутворення доцільно використати метод шкалювання на основі фундаментальної шкали відносних оцінок альтернатив.

Модель вибору оптимального методу ціноутворення базується на дослідженні чинників, які характеризують потенціал підприємства і ринкові умови, визначені на основі експертних оцінок. Щоб здійснити аналіз базової моделі доцільно застосувати методи парних порівнянь для вибору оптимальної за деяким якісним критерієм альтернативи. У загальному випадку в таких методах кожна альтернатива порівнюється з усіма іншими відповідно заданого критерію, і за результатами формується матриця. Для дослідження побудованої моделі використано такі методи парних порівнянь як методи головного власного вектора, геометричної середньої та адитивної нормалізації.

Для побудови концептуальної моделі вибору оптимального методу ціноутворення розглянуто та проаналізовано структуру багаторівневої системи вибору методу ціноутворення продукції з врахуванням потенціалу підприємства і ринкових умов. Побудована модель вибору передбачає проходження чотирьох послідовних етапів. Результатом є модель прийняття рішень, що дозволяє обґрунтовано на основі експертних оцінок вибрати потрібний метод ціноутворення для певного виду продукції.

Побудовану модель вибору оптимального методу ціноутворення апробовано на реальних даних про фактори впливу на методи ціноутворення для споживчих товарів, для чого в середовищі Microsoft Visual Studio з використанням мови програмування C# розроблено спеціалізований автоматизований додаток.

Список літератури

1. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. − 2-ге вид., перероб. та допов. − К.: Видавночо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. − 336 с.
2. Розробка економіко-математичної моделі оптимального вибору методу ціноутворення з використанням табличного процессору "MS EXCEL" / О. П. Костенко, О. А. Докучаєв, Т. О. Адєєва // Держава та регіони. Серія: Економіка та підприємництво. − 2009. − С. 102−108.

УДК 519.87

Івохін Є.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ПРО МЕТОД ВИБОРУ РІШЕННЯ З УРАХУВАННЯМ ПЕРЕВАГ ОПР, ЗАДАНИХ У ВИГЛЯДІ НЕЧІТКИХ СУДЖЕНЬ

Стан сучасних інформаційних технологій дозволяє суттєво спростити розв’язання задач автоматизації прийняття проектних та управлінських рішень на основі аналітичної та експертної інформації про прикладну область. Такі дані часто мають неточний, нечіткий характер, що потребує розробки спеціальних математичних моделей, які дозволять адекватно відображати ситуацію, та методів для обробки даних. Виходячи з цього, досить важливими з практичної точки зору є задачі використання математичних методів та алгоритмів для підтримки прийняття рішень, зокрема, в умовах невизначеності.

Визначення 1 [1]. Нечіткою множиною $\tilde{A}$ в універсальній множині X називається сукупність пар виду $\{(x,\mu_{\tilde{A}}(x))\}$, де $x \in X$, а $\mu_{\tilde{A}}(x): X \to [0,1]$ - функція належності нечіткої множини $\tilde{A}$.

Нехай задано сукупність нечітких множин $\tilde{A}_1, \ldots, \tilde{A}_m$, що визначені у відповідних універсальних просторах $X_1, \ldots, X_m$.

Сформуємо множину $\tilde{A}^m = \{(x^1,\mu_{\tilde{A}_1}(x^1)),(x^2,\mu_{\tilde{A}_2}(x^2)),\ldots,(x^m,\mu_{\tilde{A}_m}(x^m))\}$, де $x^i \in X_i$, $i=\overline{1,m}$.

Визначення 2. [2] Нечітку множину $\tilde{A}^m$ будемо називати складеною нечіткою множиною в універсальній множині $\mathop{\times}\limits_{i=1}^{m} X_i$.

Сукупність всіх складених нечітких множин $\tilde{A}^m$ в множині $X = \mathop{\times}\limits_{i=1}^{m} X_i$ позначимо через $K(\tilde{A}^m)$.

Припустимо, що вибір розв’язку в ситуації, що потребує рішення, здійснюється за набором критеріїв $K_1, \ldots, K_p$, а множини значень критеріїв задаються множинами X_i, $i=\overline{1,p}$. Це означає, що будь-яке рішення представляється у вигляді складеної нечіткої множини

$$\tilde{A}^p = \{(x^1,\mu_{\tilde{A}_1}(x^1)),(x^2,\mu_{\tilde{A}_2}(x^2)),\ldots,\ (x^p,\mu_{\tilde{A}_p}(x^p))\} \in K(\tilde{A}^p),$$

де кожне значення $x^i \in X_i$, $i=\overline{1,p}$, може бути числовим показником або лінгвістичною змінною, що відповідає критерію K_i, $i=\overline{1,p}$.

Складені нечіткі множини $\tilde{A}^p$ з $K(\tilde{A}^p)$ будемо називати альтернативами. Таким чином, альтернатива $\tilde{A}^p$ з відповідними значеннями функцій належності характеризує нечітке уявлення особи, що приймає рішення, про допустимість рішення для конкретної ситуації.

Нехай висновки в ситуації прийняття рішення описуються деякою сукупністю станів, які позначимо $S=\{S_1,S_2,\ldots,S_n\}$. Припустимо, що кожний з елементів множини S визначений числовим або вербальним діапазоном значень $S_q=\{s_1^q,\ldots,s_{p_q}^q\}$, $p_q \le p, q=\overline{1,n}$, і може бути формалізованим у вигляді нечіткої множини $\tilde{S}_q=\{(s_1^q,\mu(s_1^q)),\ldots,(s_{p_q}^q,\mu(s_{p_q}^q))\}$, $q=\overline{1,n}$, значення функції належності якої визначатимуть ступені відповідності окремих елементів $s_1^q,\ldots,s_{p_q}^q$, $q=\overline{1,n}$, конкретному висновку.

При цьому, кожному нечіткому висновку $\tilde{S}_q$, $q=\overline{1,n}$, відповідає складена нечітка множина $\tilde{A}_q^p=\{(x_1^q,\mu_{\tilde{A}_1}(x_1^q)),(x_2^q,\mu_{\tilde{A}_2}(x_2^q)),...,(x_p^q,\mu_{\tilde{A}_p}(x_p^q))\}$, $q=\overline{1,n}$.

Таким чином, задаючи вихідну інформацію для ситуації прийняття рішень у вигляді складених нечітких множин

$$\tilde{U}_j^p=\{(u_j(x^1),\mu_{\tilde{A}_1}(u_j(x^1))),(u_j(x^2),\mu_{\tilde{A}_2}(u_j(x^2)),...,(u_j(x^p),\mu_{\tilde{A}_p}(u_j(x^p))\},\ j=\overline{1,t},$$

де $u_j(x^i)$, $j=\overline{1,t}$, $i=\overline{1,p}$, - значення критеріальних функцій $K_1,\ \dots,K_p$, t - кількість спостережень, зводимо процедуру вибору рішень (альтернатив) до аналізу та взаємного співставлення наборів складених нечітких множин $\tilde{U}_j^p$, $j=\overline{1,t}$, та $\tilde{A}_q^p$, $q=\overline{1,n}$. Задача в даній постановці може розглядатися як задача групування (кластеризації) нечітко визначених даних з заданими n центрами кластерів, для вирішення якої використовуються різні методики [3].

Визначення даних, які відповідають центрам кластеризації, можливе за умов визначення способу обчислення відстаней у сукупності складених нечітких множин $K(\tilde{A}^m)$.

Для довільних складених нечітких множин $\tilde{U}^p=\{(x^1,\mu_{\tilde{A}_1}^U(x^1)),(x^2,\mu_{\tilde{A}_2}^U(x^2)),...,(x^p,\mu_{\tilde{A}_p}^U(x^p))\}$ та $\tilde{V}^p=\{(x^1,\mu_{\tilde{A}_1}^V(x^1)),(x^2,\mu_{\tilde{A}_2}^V(x^2)),...,(x^p,\mu_{\tilde{A}_p}^V(x^p))\}$ обчислимо величину $\gamma=\min_{Z\in\{U,V\},i=\overline{1,p}}\mu_{\tilde{A}_i}^Z(x^i)$, яка є мінімальним значенням серед величин мір належності окремих елементів обох множин $\tilde{U}^p,\tilde{V}^p$.

Визначимо множину рівня $\gamma,\gamma>0$, у вигляді

$$L^m(\gamma)=\{x^1\in X_1,x^2\in X_2,...,x^p\in X_p:\mu_{\tilde{A}_1}(x^1)\ge\gamma,\ \mu_{\tilde{A}_2}(x^2)\ge\gamma,...,\mu_{\tilde{A}_p}(x^p)\ge\gamma\}.$$

Визначення 3. Нечітка скалярна величина $\tilde{D}(\tilde{A}^p)=\{(d,\gamma):d=\left\|L_{\tilde{A}}^p(\gamma)\right\|,$ $\gamma=\min_{i=\overline{1,p}}\mu_{\tilde{A}_i}(x^i)\in(0,1]\}$, визначає метрику в сукупності складених нечітких множин $K(\tilde{A}^p)$.

Таким чином, для знаходження нечіткої відстані $\rho(\tilde{U}^p,\tilde{V}^p)$ між довільними складеними нечіткими множинами $\tilde{U}^p,\tilde{V}^p$ можна використати співвідношення

$$\rho(\tilde{U}^p,\tilde{V}^p)=\{(d,\gamma):d=\left\|L_{\tilde{U}}^p(\gamma)-L_{\tilde{V}}^p(\gamma)\right\|,\gamma=\min_{Z\in\{U,V\},i=\overline{1,p}}\mu_{\tilde{A}_i}^Z(x^i)\}$$

де $L_{\tilde{U}}^p(\gamma)$, $L_{\tilde{V}}^p(\gamma)$ - множини рівня $\gamma\in(0,1]$ складених нечітких множин $\tilde{U}^p,\tilde{V}^p$ відповідно.

Порівняння відстаней між довільними парами складених нечітких множин проводиться за допомогою нечіткого відношення переваги [1].

На основі введеного поняття відстані між складеними нечіткими множинами та способу їх порівняння можна сформулювати алгоритм нечіткого групування даних, поданих у вигляді сукупності складених нечітких множин $\tilde{U}_j^p$, $j=\overline{1,t}$ з $K(\tilde{A}^p)$, в задану кількість кластерів [2].

Список літератури

1. *Орловский С.А.* Проблемы принятия решения при нечеткой исходной информации. -М.: Наука, 1981. 206с.
2. Івохін Є.В. Один алгоритм прийняття рішень в ситуації з нечіткими вихідними даними / Є.В. Івохін, Л.Т.Аджубей, С.О.Бабанін // Вісник Київського університету. Серія: фіз.–мат. науки. – 2009. – Вип.№1. – С. 102 – 105.
3. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации.-М.: Финансы и статистика, 2002.- 344с.

УДК 519.713

Ісопенко Г.М., Мич І.А.
Ужгородський національний університет

МІНІМІЗАЦІЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ КАНОНІЧНИХ ПОЛІНОМІВ ФУНКЦІЙ ДВОЗНАЧНОЇ ЛОГІКИ

При логічному проектуванні дискретних пристроїв одним з основних етапів є представлення булевих функцій різними формулами над заданим базисом. До недавнього часу в складі елементарного базису переважали елементи, які реалізують функції суми та добутку за mod2. У результаті досягнень інтегральної технології в останній час дістали поширення також серії мікросхем із згаданими елементами та елементом заперечення.

У роботі розглядається задача побудови для заданої булевої функції мінімального узагальненого полінома за кількістю операцій або за кількістю змінних.

Розглянемо матриці $K_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ та $K_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$ і нехай $K_{\tilde{\alpha}} = K_{(\alpha_1,\alpha_2,...\alpha_n)} = K_{\alpha_1} \times K_{\alpha_2} \times \cdots \times K_{\alpha_n}$, де $\times$ – символ операції кронекерівського добутку матриць, $\tilde{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n) \in Z_2^n$. Множина стовпців матриці $K_{\tilde{\alpha}}$ задає базис двозначної логіки. В [1] наведемо алгоритм побудови узагальнених поліномів на основі властивостей матриці узагальненого кон'юнктивного перетворення. Перевагою побудови узагальнених поліномів та їх мінімізації на основі вказаного методу є те, що потрібно виконувати значно менше число операцій у порівнянні з методом, наведеним в [2].

Нехай $P_{\tilde{\alpha}}(f)$ і $P_{\tilde{\beta}}(f)$ відповідно $\tilde{\alpha}$- і $\tilde{\beta}$-канонічні поліноми булевої функції $f = (f_0, f_1, ..., f_{2^n-1})^T$. В [3] розглянуто задачу знаходження за коефіцієнтами $a = (a_0, a_1, ..., a_{2^n-1})^T$ канонічного полінома $P_{\tilde{\alpha}}(f)$ коефіцієнтів $b = (b_0, b_1, ..., b_{2^n-1})^T$ канонічного полінома $P_{\tilde{\beta}}(f)$. На основі запропонованого методу для довільної функції f можна побудувати усі узагальнені поліноми, яких буде 2^n.

В даній роботі реалізовано алгоритм знаходження узагальненого канонічного полінома для заданої булевої функції, який містить найменше число входжень булевих змінних або найменше число логічних операцій. На основі отриманих експериментальних данних було показано, що при заданні функцій двох, трьох та чотирьох змінних поліноми співпадають, а починаючи з функцій п'яти змінних відрізняються. Наприклад, при заданні функцій дев'яти змінних мінімальний за кількістю операцій поліном містить 499 операції, а мінімальний за кількістю входжень змінних їх містить 371.

Література

1. Мич І.А. Метод побудови узагальнених канонічних поліномів функцій двозначної логіки. // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія матем. і інформ. – 2007. – Вип. 14-15. – С.104-106.
2. Agaian S., Astola J., Egiazarian K. Binary polynomial transforms and nonlinear digital filters, New York, 1995. – 302s.
3. Мич І.А. Про побудову за заданим канонічним поліномом усіх узагальнених канонічних поліномів бульової функції. // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія матем. і інформ. – 2008. – Вип. 16. – С.124-126.

УДК 332.7

Іщенко С.В.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
isv.emm@gmail.com

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО РИНКУ

В сучасних ринкових умовах ринок землі є дуже важливою складовою не лише економіки країни в цілому, а й в кожному конкретному регіоні. В даний час необхідно, щоб всі складові ринку земель функціонували як єдина система. Проте враховуючи недосконалість сучасного законодавства в сфері земельних відносин, коли, зокрема, нормативна і реальна ринкова ціна на земельні ділянки значно відрізняються, формування ринку землі є дуже проблематичним.

Найважливіші ризики для пересічного українця є такими: викуповування більшості земель сільськогосподарського призначення олігархами; виникнення «землевласників» і «найманих працівників»; перехід українських земель у власність інших держав чи народів; скуповування земельних ділянок за цінами, які є значно нижчими економічно обґрунтованого розміру; зникнення українського села, як самобутньої виробничої культури; привласнення земельної ренти незначною часткою осіб, яка повинна служити економіці держави в цілому; зміна цільового призначення великих площ сільськогосподарських земель; перешкоджання реалізації загальнодержавних програм, зокрема загальнодержавної програми використання і охорони земель тощо [1].

Вирішення більшості перерахованих проблем дуже тісно залежить від ефективності застосовуваних управлінських рішень, які повинні мати економічний характер та враховувати кон'юнктуру ринку.

Перш, ніж приймати будь яке управлінське рішення необхідно визначити сутність і взаємозв'язок управлінських рішень з використання землі на сільгосппідприємствах та вивчити основні теоретичні та методологічні принципи застосування управлінських рішень.

В процесі дослідження опрацьовано досвід сільськогосподарських перетворень в країнах Європи, виявлено перешкоди економічно обґрунтованого застосування управлінських рішень та розроблено динамічну модель розвитку структури землекористування модельного сільськогосподарського підприємства.

Врахувавши вищесказане основними стратегічними проблемами, які потрібно невідкладно розв’язати для ефективного функціонування ринку землі та грамотного прийняття управлінських рішень є:

1. Необхідність додаткового перегляду і доопрацювання земельного кодексу.
2. Необхідність створення інструментарію для грамотного управління земельним фондом – оцінки та моніторингу земель, державного контролю за використанням земель.
3. Реформування сільськогосподарського землекористування з урахуванням необхідності бути самодостатніми у виробництві продукції.
4. Суворий контроль державою обігу земель і комплекс заходів стосовно обмеження обігу сільськогосподарських земель.
5. Здійснення кадастрового оцінювання земельних ділянок та запровадження системи плати за землю, виходячи з її рентної вартості.

Також зазначимо, що на підставі розрахованих варіантів діяльності модельного сільськогосподарського підприємства випливає, що в умовах існуючої системи управління економічний розвиток сільськогосподарського підприємства є проблемним.

Список літератури

1. Осипчук С. Землерозвод [Електронний ресурс] / С. Осипчук. – Режим доступу : http://dt.ua/ECONOMICS/zemlerozvod-75321.html.

УДК 004.732

Карапетян А.Р., Колесніков К.В.
Черкаський державний технологічний університет

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ В МЕРЕЖАХ АДАПТИВНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ ПОТОКІВ ДАНИХ

Однією з найважливіших задач в телекомунікаційних системах є знаходження оптимального шляху пересилання трафіка між вузлами за прийнятний час із мінімальною втратою даних, враховуючи поточний стан мережі, якість зв'язку і наявність збійних ділянок у реальному масштабі часу. Модифікація структури мережі, включення нових вузлів і ліній зв'язку призводять до повного перерахунку таблиць маршрутизації. Використання традиційних методів маршрутизації в цих умовах виявляється неефективним. Розробка нових, більш ефективних методів пошуку оптимальних маршрутів дозволить підвищити надійність і швидкість передачі даних в корпоративних мережах.

Прогнозування оптимального маршруту є актуальним завданням. Існуючі методи не вирішують задач прогнозування окремих оптимальних маршрутів.

Досить часто оптимізаційні завдання є багатокритеріальними і припускають пошук рішення відразу по безлічі критеріїв, як правило, конфліктуючих і несумісних. Тому багатокритеріальна оптимізація (БО) вимагає принципово інших математичних та алгоритмічних засобів для пошуку рішень, ніж при однокрітеріальної оптимізації. Результатом рішення задачі БО оптимізації є не одне, а множина (теоретично нескінченна) Парето-оптимальних рішень, точне визначення яких в наш час залишається невирішеною NP-проблемою. Втім, маємо актуальну задачу багатокритеріальної оптимізації функції пошуку найкоротшого шляху в області Парето. На тлі обмеженості традиційних чисельних методів популярними стають альтернативні біоеврістичні оптимізаційні методи штучного інтелекту, перш за все – багато точкові, або так звані популяційні методи: ройові оптимізації, еволюційні алгоритми. Розвитком і дослідженням еволюційних алгоритмів займається окремий напрямок еволюційних обчислень - MOEA (Multi-Objective-Evolutionary-Algorithms).

Запропонована можливість використання нейронних мереж, як обчислювального інструменту для вирішення задач оптимізації, що виникають при розв’язку завдань маршрутизації комунікаційних мереж, аналізі методів знаходження найкоротшого шляху, дослідження можливості використання адаптивних методів в практичних задачах. Застосування нейронних мереж в задачі пошуку оптимального маршруту дозволить мережі здійснювати адаптивну маршрутизацію в режимі реального часу, з урахуванням змін стану мережного зв'язку.

Основна мета запропонованого методу прогнозування - знаходження оптимуму маршрутного шляху для передачі даних протягом дуже короткого часу, щоб задовольнити запити користувачів. В якості кандидата для рішення цього завдання обрано апарат нейронних мереж Хопфілда (НМХ), адже саме вони мають величезні можливості для паралельної обробки даних, прискорюючи обчислення. Можна стверджувати, що в подальших дослідженнях стане можливим вдосконалити математичний апарат моделі нейронних мереж, запропонований для розвязку маршрутних задач [2], для створення алгоритму навчання НМХ, які б знаходили оптимум маршруту за прийнятний час.

Список літератури

1. Колесніков К.В., Кравченко О.В., Карапетян А.Р. Застосування нейронних мереж Хопфілда до задач адаптивної маршрутизації даних в телекомунікація // "Автоматика-2010", Тези доповідей. Том 2.-Харків: ХНУРЕ, 2010, 27- 29 вересня, с.168-169.
2. Колесніков К.В., Савісько М.С. Використання методу нейромережевої маршрутизації в телекомунікаційних системах// Обчислювальний інтелект (результати,проблеми, перспективи) : Матеріали 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції (10-13 травня 2011р.,Черкаси) .-Черкаси, ”Маклаут, 2011.-178с.

УДК [338.5: 631.1] (477)

Кибич Г.П.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
g.kybych@chnu.edu.ua

ПРИНЦИПИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У ЦІНОУТВОРЕННІ

Як відомо, ціноутворення, зокрема на сільськогосподарську продукцію, є однією із визначальних проблем на етапі становлення ринкової економіки України. Успішне розв'язання даної проблеми суттєво залежить від базових принципів прийняття управлінських рішень у ціноутворенні. Конкретизуємо їх [1].

1. Ціни на продукцію сільського господарства повинні бути економічно обґрунтованими. Рівень закупівельних цін за нормальних умов виробництва повинен покривати витрати сільськогосподарських підприємств і забезпечувати одержання відповідного прибутку, тобто повинен бути економічно обґрунтованим.

2. Рівень закупівельних цін на продукцію сільського господарства треба визначати на основі суспільно необхідних затрат праці в сільськогосподарських підприємствах з гіршими умовами виробництва. Якщо в основу ціни на сільськогосподарську продукцію покласти витрати виробництва в середніх або кращих умовах, то господарства, що мають нормальні умови виробництва, але розміщені на гірших землях, не покриватимуть виробничих витрат.

3. Встановлення економічно обґрунтованого співвідношення закупівельних цін на різні види сільськогосподарської продукції. Оптимальне співвідношення цін на різні продукти забезпечується використанням закону вартості.

4. Встановлення економічно обґрунтованого співвідношення цін на сільськогосподарську продукцію і на промислові засоби виробництва, що реалізуються колективним, державним і міжгосподарським підприємствам, фермерським та іншим господарствам. Рівень і динаміка цін на сільськогосподарську продукцію і оптових цін на засоби виробництва для села повинні враховувати інтереси розширеного відтворення як у промисловості, так і в сільському господарстві, а також забезпечувати утворення необхідних нагромаджень у сільськогосподарських підприємствах всіх форм власності і видів господарювання.

5. Рівень закупівельних цін на продукцію сільського господарства встановлюється з урахуванням її якості. Виробництво продукції підвищеної якості повинно стимулюватися вищими цінами її реалізації. Економічна суть цього процесу полягає в тому, що закупівельні ціни мають покривати додаткові витрати на виробництво продукції поліпшеної якості, а також забезпечувати оптимальний рівень її рентабельності.

6. Закупівельні ціни на деякі види сільськогосподарської продукції встановлюються з урахуванням строків її реалізації. Це пов'язано з тим, що витрати на виробництво і зберігання окремих видів продукції, зокрема продовольчої, протягом року значно змінюються. Тому за допомогою підвищених цін стимулюються виробництво ранньої продукції (картоплі овочів, ягід), а також зберігання і реалізація плодоовочевої продукції в пізні строки.

7. Рівень закупівельних цін встановлюється і регулюється з урахуванням співвідношення між попитом і пропозицією, а також споживчих властивостей різних видів продукції. При цьому цінове заохочення має стосуватися виробництва таких видів сільськогосподарської продукції, потреба в яких задовольняється неповністю.

На основі даних принципів розроблено систему підтримки прийняття управлінських рішень у ціноутворенні на сільськогосподарську продукцію.

Список літератури

1. Рижмань Д.І. Ціноутворення [текст]: навч. посібник. / Д.І. Рижмань, Г.Я. Віннічук, І.М. Криворучко, М.Т. Пилявець. – 2011. – 312 с.

УДК 004:519.2

Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А., Чалая Л.Э.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
ludmila.kirichenko@gmail.com

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ РАЗЛАДКИ ФРАКТАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА

Принятие решений довольно часто проводится на основе прогнозирования динамики случайных процессов, представленных временными рядами. В настоящее время стало общепризнанным, что многие временные ряды имеют долгосрочную зависимость и фрактальные свойства. Анализируя динамику возникновения участков с разной фрактальной структурой, можно диагностировать и прогнозировать возникновение нестабильных состояний и критических ситуаций процесса.

Для исследования изменения фрактальной структуры в представленной работе предлагается отслеживать изменение диапазона значений обобщенного показателя Херста [1]. В исследуемом временном ряде выделяется последовательность значений (окно), и для этих данных оценивается функция обобщенного показателя Херста. Далее окно передвигается вправо вдоль ряда на заданную величину сдвига. Повторяя эту процедуру для выбранного периода времени, получаем локальные значения обобщенного показателя Херста. При этом фрактальные характеристики, полученные в некоторый момент времени, определяются значениями, предшествующими этому моменту.

В то же время необходимо отметить, что изменение фрактальных свойств процесса не может происходить независимо, при сохранении остальных статистических характеристик. Поэтому одновременно с исследованием нарушений фрактальной структуры ряда, желательно анализировать изменения спектральной структуры, автокорреляционной зависимости, выборочных законов распределения.

Одним из современных инструментов обнаружения разладки стохастического ряда, являются методы, основанные на вейвлет-разложении ряда и оценивании вейвлет-энтропии и относительной вейвлет-энтропии [2]. В работе на модельных и реальных временных рядах показано, что оценивание вейвлет-энтропии оконным методом позволяет отследить появление сегментов временного ряда с различной спектральной структурой.

В работе [3] разработана функциональная характеристика закона распределения непрерывной случайной величины, которая зависит лишь от закона распределения, и ее оценка позволяет определять закон распределения по выборочным данным. Поскольку для окна фиксированного размера предложенная характеристика представляет собой число, ее удобно использовать как критерий для отслеживания изменения выборочного закона распределения.

Совместное использование рассмотренных методов позволяет существенно повысить эффективность и достоверность обнаружения разладки фрактальных свойств исследуемого процесса, представленного временными рядами малой длины.

Список литературы

1. Кириченко Л.О. Мультифрактальный анализ нестабильных финансовых рядов / Кириченко Л.О., О.А. Кузьмина, С.Г. Удовенко // Системи обробки інформації. – 2010. Вип. 6 (87). –С.194 – 198.
2. Кириченко Л.О. Исследование вызванных потенциалов в ЭЭГчеловека с помощью дискретного вейвлет-преобразования / Кириченко Л.О., Кротких С.С. // Радіоелектроніка, інформатика, управління. Вип. №2. –2011. –С.86-93
3. Кириченко Л.О. Об одном методе идентификации закона выборочного распределения / Кириченко Л.О., Шкловец А. В., Поляков Д.А., Боковиков Е.А. // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. 2008. –Вип. 2(17). –С. 88-91.

УДК 519.8

И.В. Козин, Н.Н. Канаева
Запорожский национальный университет, Запорожье
ПФ НУБиП Украині "Крымский Агротехнологический Университет"
Украина, 69000, г. Запорожье, ул. Яценко 6а, кв.55
моб. 067-771-09-30, ainc@ukrpost.net

НЕМАНИПУЛИРУЕМОЕ ПРАВИЛО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ЗАДАЧЕ О НАЗНАЧЕНИЯХ

Задача состоит в распределении определенных ресурсов (рабочих мест) между экономическими агентами в предположении, что отсутствует надежный источник информации об эффективности использования ресурсов.

Эта задача представляет собой многокритериальную задачу о назначениях: n агентов должны быть распределены по n рабочим местам. Для каждого агента возможно назначение на любое рабочее место. При этом уровень эффективности работы агента с номером i на рабочем месте с номером j составляет величину: $\varphi_i(j) = c_{ij}$. Каждый агент занимает ровно одно рабочее место, каждое рабочее место закреплено ровно за одним агентом.

Задача принятия решения состоит в выборе такого распределения рабочих мест между агентами, которое является "лучшим" для всех агентов. Такие распределения будем задавать матрицей перестановок $x = (x_{ij})_{i=1,\, j=1}^{n,n}$, где $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если агент } i \text{ занимает рабочее место } j \\ 0, & \text{если агент } i \text{ не занимает рабочее место } j \end{cases}$.

Целевая функция агента i имеет вид:

$$F_i = \sum_{j=1}^{m} c_{ij} x_{ij} \to \max .$$

Для принятия решения используется аддитивный принцип, а именно: условие максимума сумм индивидуальных функций полезности

$$F(x) = \sum_{i=1}^{n} F_i(x) \to \max . \qquad (1)$$

Таким образом, задача принятия решения сводится к обычной однокритериальной задаче о назначениях.

Будем предполагать, что информация об индивидуальных функциях полезности $\varphi_i(j)$ получена на основе индивидуальных сообщений агентов. При этом выполняется следующее условие: каждый агент принимает решение о передаче информации в предположении, что остальные агенты сообщают правдивую информацию. В этом случае каждый агент заинтересован сообщить такую информацию, которая приводит к увеличению его индивидуальной полезности. Таким образом, решение, принятое на основании целевой функции (1), может оказаться не оптимальным для всего коллектива агентов, так как значения целевых функций агентов, которые переданы ими для принятия решения не являются истинными.

Предлагается ввести систему штрафов для агентов. Величина штрафа также рассчитывается на основе сообщений агентов о значениях их целевых функций. На основе механизма ключевых агентов [1] предложена система штрафов, которая делает невыгодным для каждого агента ложные сообщения о значениях его целевой функции.

Литература

1. Groves T., and Ledyard, "Optimal allocation off public goods: a solutionto the free rider problem", Econometrica, 1977г., 45, 783-809.

Колотій А.В., Остапенко В.А.
Інститут космічних досліджень НАНУ-НКАУ

WEB-ІНТЕГРОВАНА ГЕОПРОСТОРОВА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

Геопортал являє собою систему пошуку та обробки супутникових даних для підтримки прийняття рішень, реалізовану у вигляді інтернет ресурсу.

Для реалізації ГІС – функціональності сервісів геопорталу використовується «товстий» AJAX – клієнт. Дана технологія дозволяє візуалізувати оглядові знімки на базовій підложці (карті), а також надає можливість відображення багатьох шарів даних. Візуалізація геопросторових даних в системі моніторингу побудована згідно зі стандартами OGC, зокремаWebMapService (WMS), стандарту інтерфейсів запитів геоприв’язаних картографічних зображень з однієї або кількома розподіленими базами геопросторових даних. Запитипередаються за протоколом HTTP. Запит WMS визначаєгеографічні шари і області, щопредставляютьінтерес для обробки та цільову систему координат (проекцію). У відповідь на запит видаєтьсязображення у форматах JPEG або PNG, якіможутьвідображатися в браузері. Інтерфейстакожпідтримуєможливістьвстановленняпрозоростізображень, таким чином можливенакладаннякартографічнихшарів з декількохсерверів.Розроблений сервіс WMS функціонує на основі програмного забезпечення MapServer, його перевагами є потужні інструменти конфігурації, робота згеопросторовими СУБД, підтримка великої кількості растрових і векторних форматів даних.

За допомогою даної технології створено 3 геопортали. Геопортал «Агромоніторинг» – http://agro-demo.ikd.kiev.ua. Геопортал є інтерфейсом доступу до інформаційних продуктів оцінки площ сільськогосподарських культур та моніторингу стану посівів на регулярній основі, з залученням як даних дистанційногозондування земної поверхні, так і даних наземних вимірювань, які можна використовувати для верифікації дистанційних методів.Реалізована можливість завантаження даних на комп’ютер, у випадку якщо користувачеві не достатньо функціоналу веб-сервісу і необхідна більша функціональність.

Геопортал українського супутника «Січ – 2» – http://sich2.ikd.kiev.ua
Основними функціями геопорталу є пошук та обробка даних ДЗЗсупутника «Січ – 2» по різних просторових та часових параметрах. Продемонстровано приклади розв’язання задач сільського та лісового господарства, таких як: обчислення площ посівів, моніторинг вирубки лісів та моніторинг пожеж. Реалізована можливість гнучкого налаштування шарів і продуктів на базі існуючої на геопорталі інформації. Реалізована можливість перегляду фотографій наземної валідації, якщо така мала місце бути для даного полігону

Геопротал "Центрдержродючість" – http://productivity.ikd.kiev.ua

Основнимифункціямигеопорталу є відображенняоброблениходаних та задач сільськогосподарського призначення, таких як ідентифікація та оцінкаплощпосівів, створеннятематичних карт, моніторингпорушень у сівозміні, моніторинг багаторічних насаджень садів і виноградників, відображення фотознімків наземного обстеження, результатів агрохімічного обстеження, паспортів полів та отримати детальні дані, що стосуються об’єкту.

Для забезпечення користувачів більшими можливостями, функціональність геопорталів постійно розширюється. Розроблене програмне забезпечення дозволяє динамічно поновлювати інформацію у геопросторовій базі даних, формувати запити на виконання завдань зі складним потоком виконання, використовувати високопродуктивні обчислення для використання складних моделей, а також надавати зацікавленим користувачам геопросторову інформацію у зручному для сприйняття вигляді. Розроблена архітектура та технічні рішення дають можливість використовувати отримані результати для реалізації також інших розподілених інформаційних систем, що базуються на використанні геопросторових даних.З огляду на реалізовані функції користувачами геопорталу можуть бути представники міністерств і відомств, які займаються питаннями моніторингу посівів сільськогосподарських культур в Україні.Геопортал є зручним інструментом для використання та прийняття рішень для зацікавлених спеціалістів різних рівнів.

УДК 517.9

Колянова Т.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
tania.kolianova@gmail.com

ВПЛИВ ЗАПІЗНЕННЯ τ В МОДЕЛІ ПРИРОДЖЕНОГО ІМУНІТЕТУ

Розглянемо нелінійну систему звичайних диференціальних рівнянь впливу запізнення реакції специфічних імунних рецепторів [1, стор.249, схема 1] на зміну кількості інфекції, що описує дію природженого імунітету:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= N(\mu_N - \gamma_1 B), \\ \frac{dB}{dt} &= (B^* - B)(\mu_B - \gamma_2 N(t-\tau) - \gamma_3 \Phi). \end{aligned} \tag{1}$$

де $N(t)$ – концентрація патогенних антигенів, що розмножуються; $B(t)$ – концентрація специфічних клітин (нормальна бактеріальна флора імунної системи, що нейтралізують антигени []); B^*- концентрація бактеріальної флори здорового організму (за відсутності впливу інфекційних збудників); $\Phi-$ фактори зовнішнього середовища (це можуть бути: забруднене повітря, вода, неякісне та недостатнє харчування, погані санітарно – гігієнічні умови і таке інше); I – стан імунітету людини. До системи (1) додаються відповідні початкові умови:

$$N(t_0) = N_0,\ B(t_0) = B_0. \tag{2}$$

Зазвичай для рівнянь із запізненням початкові умови задаються на інтервалі $[t_0-\tau; t_0]$. Але за біологічним змістом для процесів, що описуються, до моменту зараження t_0 вірусів в організмі не було: $N(t) \equiv 0$ при $t < t_0$, і тому початкові умови можна задавати в точці t_0. Надалі згідно роботи [2, 3], коли мова буде йти про початкові умови для рівнянь такого типу, визначення їх в точці означає, що $N(t) \equiv 0$ при $t < t_0$. Найбільший прикладний інтерес представляють стаціонарні розв’язки, умови їх існування та стійкість

Враховуючи, що параметр τ в системі (1) є малим, використаємо метод лінеаризації по параметру τ системи диференціальних рівнянь із запізненням (1). Замінимо функцію $N(t-\tau)$ її лінійним наближенням:

$$N(t-\tau) \cong N(t) - \tau \frac{dN(t)}{dt}.$$

Після цього система диференціальних рівнянь із запізненням (1) набуде вигляду системи звичайних диференціальних рівнянь, що має лінійний малий параметр:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= N(\mu_N - \gamma_1 B), \\ \frac{dB}{dt} &= (B^* - B)(\mu_B - \gamma_2 N(1 - \tau(\mu_N - \gamma_1 B)) - \gamma_3 \Phi). \end{aligned} \tag{3}$$

Дослідження будемо проводити по стандартній схемі: спочатку знаходимо стаціонарні стани системи (3); потім досліджуємо стійкість цих стаціонарних станів. Далі знаходимо умови, при яких той чи інший стаціонарний стан є стійким; та, накінець, даємо біологічне тлумачення одержаних результатів.

Перша стаціонарна точка

$$N_1 = 0,\ B_1 = B^* \tag{4}$$

відповідає стану здорового організму, а друга стаціонарна точка

$$B_2 = \frac{\mu_N}{\gamma_1},\ N_2 = \frac{\mu_B - \gamma_3 \Phi}{\gamma_2}, \tag{5}$$

відповідає стану хворого організму. Величина N_2 (з біологічної точки зору) існує при умові $\mu_B > \gamma_3\Phi$. У подальшому будемо вважати, що ця умова виконується.

Дослідження асимптотичної стійкості стану здорового організму (4) зводиться до аналізу знаків коренів характеристичного рівняння, а саме

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \mu_N - \gamma_1 B^*,\\ \lambda_2 &= \gamma_3\Phi - \mu_B.\end{aligned} \tag{6}$$

Висновки. Якщо обидва корені додатні, тобто $\lambda_1 > 0$ та $\lambda_2 > 0$ (що відповідає випадку $\mu_N > \gamma_1 B^*$ та $\mu_B < \gamma_3\Phi$), то особлива точка є нестійкий вузол. В цьому випадку бачимо, що специфічні клітини (бактеріальна флора) організму не встигають реагувати на швидкість розмноження антигенів, тому що разом з цим негативний вплив оточуючого середовища Ф на швидкість відновлення організму є суттєвим. Така ситуація нестійка і може призвести до глибокого проникненні інфекції до організму, її швидкого розмноження – в результаті чого людина захворіє.

Якщо ж обидва корені від'ємні, тобто $\lambda_1 < 0$ та $\lambda_2 < 0$ (що відповідає випадку $\mu_N < \gamma_1 B^*$ та $\mu_B > \gamma_3\Phi$), то особлива точка є стійкий вузол. В цьому випадку зрозуміло, що специфічні клітини (бактеріальна флора) організму встигають вчасно реагувати на швидкість розмноження інфекції і разом з цим негативний вплив оточуючого середовища Ф вже не є таким суттєвим. Така ситуація стійка, вона не призведе до глибокого проникненні інфекції до організму – в результаті людина здорова [4].

Якщо маємо коренів характеристичного рівняння з різними знаками, тобто $\lambda_1 > 0$ та $\lambda_2 < 0$ (що відповідає випадку $\mu_N > \gamma_1 B^*$ та $\mu_B > \gamma_3\Phi$), або ж $\lambda_1 < 0$ та $\lambda_2 > 0$ (що відповідає випадку $\mu_N < \gamma_1 B^*$ та $\mu_B < \gamma_3\Phi$), тоді стаціонарний розв'язок системи (3) виявляється сідловою точкою, отже є нестійким [2].

Дослідження асимптотичної стійкості стану хворого організму (5) зводиться до дослідження коренів такого характеристичного рівняння:

$$\lambda^2 - \lambda\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi) - \gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi) = 0,$$

які мають вигляд:

$$\lambda_1 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} + \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)},$$

$$\lambda_2 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} - \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}.$$

Треба оцінити знак $D_1 = \gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)$.

Якщо $\tau = 0$, то

$$\lambda_1 = +\sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)},$$

$$\lambda_2 = -\sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}.$$

В цьому випадку:
якщо $D_1 > 0$, то $\lambda_1 > 0$, $\lambda_2 < 0$ і особлива точка є сідлом;

якщо $D_1 < 0$, то корені уявні і особлива точка – центр (фазовий портрет – сім'я еліпсів).

Якщо ж $\tau \neq 0$, то

$$\lambda_1 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} + \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}\,,$$

$$\lambda_2 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} - \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}\,.$$

В цьому випадку:
якщо $D_1 = 0$, то

$\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} > 0$ – корені характеристичного рівняння кратні додатні, тому маємо нестійкий вироджений вузол;
якщо $D_1 < 0$, то

$$\lambda_{1,2} = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} \pm i\sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}\,,$$

причому $\mathrm{Re}\lambda > 0$, тому маємо нестійкий фокус;
якщо ж $D_1 > 0$, то

$$\lambda_1 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} + \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}\,,$$

$$\lambda_2 = \frac{\tau\mu_N(\mu_B - \gamma_3\Phi)}{2} - \sqrt{\gamma_1(\mu_B - \gamma_3\Phi)(B^* - \frac{\mu_N}{\gamma_1})(1 - \gamma_3\Phi)}$$

при цьому $\lambda_1 > 0$ завжди, а от λ_2 може бути як $\lambda_2 > 0$ так і $\lambda_2 < 0$; зокрема, коли τ зростає, тоді $\lambda_2 > 0$.

Література

1. Колянова Т.В. Вплив економічних та психологічних факторів на імунну систему організму. Вісник Київського університету, Серія: фізико–математичні науки. - Випуск №2, 2005.-С.248 – 255
2. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Л.С.Понтрягин. М.: Наука, 1974. - 332 с.
3. Геворкян Э.А. Дифференциальные уравнения с запаздывающим аргументом / Э.А.Геворкян. М.: Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права, 2002. - 138 с.
4. Марри Дж. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Лекции о моделях / Дж. Марри. М.: Мир, 1983. - 397 с.

УДК 519.816

Кондор Г.М.
ДВНЗ "Ужгородський національний університет"

ЗНАХОДЖЕННЯ ВЕКТОРУ ПРІОРИТЕТІВ ДЛЯ ЗАДАЧ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ

Прийняття рішень являється важливою проблемою, яка зустрічається у всіх сферах людської діяльності. Існують ситуації, коли вибір можна здійснити просто, не вдаючись до математичного апарату. Проте у більшості випадків, коли альтернативи під час вибору оцінюються багатьма критеріями, виникає необхідність застосовувати теорію прийняття рішень та розв’язувати задачу багатокритеріального вибору.

Сформулюємо задачу багатокритеріального вибору в наступному вигляді. Нехай задана множина альтернатив $A=\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ та множина критеріїв $K=\{k_1, k_2, \dots, k_m\}$, по яким проводиться оцінка елементів множини *A*. Завдання полягає у ранжуванні множини альтернатив *A* у відповідності з множиною критеріїв *K* та вибору кращої альтернативи.

ОПР (особа, що приймає рішення) формує матрицю оцінок $O=(o_{ij})$, $i=1,\dots,m;\ j=1,\dots,n$, в якій елементи o_{ij} характеризують оцінки *j*-ої альтернативи по *i*-му критерію.

Різні вчені працюють над задачею багатокритеріального вибору і запропонували багато методів її розв’язування. Кожен із запропонованих способів розв’язування задачі має як переваги, так і недоліки. Одним із таких методів є метод попарних порівнянь Наприклад, недоліком методу попарних порівнянь є його громісткість. Даний метод вимагає виконання $n(n-1)m$ порівнянь. Це число є досить великим, що призводить до витрати більших ресурсів при розв’язуванні задачі.

Пропонується спосіб ранжування множини альтернатив за допомогою вектора пріоритету.

Під пріоритетом будемо розуміти величину, що характеризує важливість деякого об’єкта чи процесу по відношенню до інших аналогічних об’єктів або процесів, між якими можлива конфліктна ситуація.

Вектором пріоритету будемо називати такий вектор $\mu=(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_{n-1})^T$, *j*-ва компонента якого показує у скільки раз альтернатива a_j важливіша, ніж альтернатива a_{j+1}.

Побудуємо матрицю $R=O^T \cdot O$. Очевидно, що *R* – симетрична матриця, розмірності $n \times n$, яка вказує на залежність пріоритетів критеріїв від альтернатив. Елементи матриці *R* характеризують інтегральні оцінки важливості елементів множини альтернатив *A*.

Знайдемо власні значення матриці *R*. Серед усіх власних значень вибираємо $\lambda_{\max}=\max_i \lambda_i$, де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j$ $(j \le n)$ – власні значення матриці *R*. Знаходимо власний вектор $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ матриці *R*, що відповідає власному значенню $\lambda_{\max}$. За допомогою цього вектора ми можемо побудувати вектор пріоритету μ, координати якого визначаються згідно рівності: $\mu_i=\dfrac{x_i}{x_{i+1}}$, $i=1,\dots,n-1$.

Література

1. Воеводин В.В. Вычислительные основы линейной алгебры / В.В. Воеводин. – М.: «Наука», 1997.
2. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Ю.П. Зайченко. – К.: "Издательский Дом "Слово", 2008. – 344 с.

УДК 519.8

Кондрук Н. Е.
Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський національний університет»
E-mail: kondrukne@gmail.com

НЕЧІТКА ЗАДАЧА ЧИСЛОВОЇ ОЦІНКИ ОБРОБКИ ЕКСПЕРТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Розглянемо класичну задачу числової оцінки експертного оцінювання в наступній постановці [1,2]. Кожен з n експертів дає числову оцінку певного об’єкту. Потрібно знайти колективну оцінку цього об’єкту.

У даній постановці задачі експерти мають задати оцінку певного об’єкту у вигляді числового вектора. Але на практиці експерти частіше висловлюються використовуючи твердження типу: «оцінка певного об’єкту має бути близька до деякого числа», «оцінка об’єкту скоріше всього буде лежати в межах $[a,b]$» і т. д.

Очевидно, що врахування при цьому лише одного числа (хоча і найімовірнішого) приводить до втрати частини інформації, що безпосередньо впливає на отримане значення колективної оцінки.

Тому доцільно дану задачу дещо модифікувати, розширивши при цьому множину допустимих оцінок.

Постановка нечіткої задачі числової оцінки.

Нехай експерти можуть дати оцінку певного об’єкту, використовуючи, наприклад, твердження:

1) «оцінка об’єкту коливається в межах від b до с»;
2) «оцінка об’єкту близька до числа b »;
3) «оцінка об’єкту не більше за число b »;
4) «оцінка об’єкту не менше за число b ».

Потрібно визначити нечітку колективну оцінку.

Загальний підхід розв’язання поставленої задачі.

Нечіткі оцінки надані експертами із вищеозначеної множини допустимих оцінок можна описати, використовуючи нечіткі множини A_i, $i=\overline{1,n}$ із відповідними функціями належності μ_{A_i}.

Розв’язком нечіткої числової задачі буде нечітка множина із функцією належності, яка знаходиться, як зважена сума:

$$\mu_A = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \mu_{A_i} ,$$

де n − кількість експертів, α_i − вагові коефіцієнти експертів, μ_{A_i} − функції належності нечітких оцінок A_i, $i=\overline{1,n}$.

Дефазифікацією даної нечіткої множини A буде оцінка, що відповідає максимуму функції μ_A .

Література

1. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл./ О.Ф. Волошин, С.О. Мащенко. – 2-ге вид., перероб. та допов. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с.
2. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.

Королік Р.П., Пічкур В.В.
КНУ імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
e-mail: korolik@email.ua; pichkur@unicyb.kiev.ua

ПРО ПОБУДОВУ ОЦІНКИ ПОЧАТКОВИХ УМОВ В ЗАДАЧІ ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ДИСКРЕТНОЇ МНОЖИННОЇ СИСТЕМИ

Розглянемо дискретну множинну систему вигляду

$$x(k+1) = A(k)x(k), \tag{3}$$

$$B_k : R^m \to conv(R^n), \tag{4}$$

де $A(k)$ - невироджена матриця розмірності $m \times m$, $k \in [0, N-1]$, $\Phi(k) \in conv(R^n)$ - множина фазових обмежень, B_k - неперервні відображення

Загальний розв'язок системи (3), (4) у вигляді

$x(k) = \Theta(k)x_0$, $k \in [1, N]$, де $\Theta(k,s) = A_{k-1} \cdot \ldots \cdot A_s = \prod_{s \le i \le k-1} A_i$ - невироджена матриця, $\Theta(k) = \Theta(k,0)$, $s \in [0,k]$, $k \in [1,N]$, $\Theta(0)$ - одинична матриця.

Оптимальна оцінка множини початкових умов у вигляді кулі.

Розглянемо наступний випадок.

Нехай $W = \{K_p(0) : p \ge 0\}$, фазові обмеження $\Phi(k) = K_{r(k)}(0)$, множинна компонента $B_k(x) = K_{p(k)}(x)$, $r(k) > p(k) > 0$, $k \in [0, N]$.

Оптимальна оцінка практичної стійкості в цьому випадку має вигляд

$$p \le p_* = \min_{k \in [0,N]} \frac{r(k) - p(k)}{\sqrt{\lambda_{\max}(Q(k))}}.$$

$\lambda_{\max}(Q(k))$ - максимальне власне число симетричної додатновизначеної $m \times m$-матриці $Q(k) = \Theta^*(k)\Theta(k)$.

Оптимальна оцінка практичної стійкості у формі еліпсоїда.

Розглянемо задачу оцінки практичної стійкості системи (3), (4) в структурній формі $W = \{E_p(0,Q) : p \ge 0\}$, де $E_p(0,Q) = \{x \in R^m : \langle Qx, x \rangle \le p^2\}$ є еліпсоїдом з центром в точці 0, Q - симетрична додатновизначена матриця розмірності $m \times m$.

Оптимальна оцінка практичної стійкості

$$p \le p_* = \min_{k \in [0,N]} \frac{r(k) - p(k)}{\sqrt{\lambda_{\max}(M(k))}},$$

де $\lambda_{\max}(M(k))$ - максимальне власне число матриці $M(k) = \Theta(k)Q^{-1}\Theta^*(k)$.

Одержано оптимальні оцінки множини початкових умов в задачі практичної стійкості множинної дискретної системи за умов, що динамічна складова є лінійною, а множинна складова задовольняє умову поділу.

1. Башняков О.М., ГаращенкоФ.Г., Пічкур В.В. Практична стійкість, оцінки та оптимізація. – К.: Київський університет, 2008. – 383 с.
2. Башняков А.Н., Пичкур В.В., Хитько И.В. О максимальном множестве начальных условий в задачах практической устойчивости дискретной системы // Проблемы управления и информатики. –2011. –№2. –С.5-11.

УДК 519.8

В.М. Котов
Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь
kotovvm@bsu.by, kotovvm@yandex.ru

АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ РАСПИСАНИЙ С ИЗВЕСТНОЙ СУММОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ И ОПТИМАЛЬНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ

Рассматривается классическая задача теории расписаний, когда требуется распределить работы на m идентичных процессоров таким образом, чтобы время завершения последней работы было минимально.

В последнее время большой интерес вызывают версии задачи с неполной информацией, так называемые онлайн и semi онлайн. В онлайн-версии нет никакой информации о количестве работ, их длительности выполнения на процессоре. Работы поступают одна за другой, и прежде чем поступит информация о длительности следующей работы или об ее отсутствии, текущая работа должна быть назначена на конкретный процессор, причем это назначение окончательное, т. е. не может быть изменено в дальнейшем. Semi онлайн-версия задач предполагает наличие дополнительной информации общего характера [1].

Будем считать, что Z – оптимальное значение целевого функционала, а S – общая сумма длительностей выполнения работ для semi онлайн-версий задачи. Тогда нижняя граница LB для оптимального значения функционала очевидным образом определяется для каждой из задач.
В первом случае она равна Z, а во втором – средней загрузке процессоров S/m.

Не умаляя общности, будем считать, что $LB = 1$. Этого можно добиться, пронормировав все величины (поделив на значение LB). Определим параметр $\alpha > 0$ и, используя этот параметр, опишем алгоритм, гарантированная оценка которого будет $(1 + \alpha)$. В работе [8] было доказано, что нижняя граница для semi онлайн-версии, когда известна общая сумма процессорных времен, не меньше 1,5, поэтому $\alpha \geq 0{,}5$.

Разобьем поступающие работы на классы в соответствии с их процессорным временем.

В класс A определим работы, у которых процессорное время больше чем $(1+\alpha)/2$. Для того чтобы обеспечить нужную гарантированную оценку, очевидно, что на один процессор не надо назначать две работы из класса A.

В класс B определим работы, у которых процессорное время больше α, но не больше чем $(1+\alpha)/2$. Для того чтобы обеспечить нужную гарантированную оценку, очевидно, что на один процессор можно назначать две работы из класса B. При этом загрузка такого процессора будет больше 1.

В класс C определим работы, у которых процессорное время не больше чем α. Добавление таких работ на процессор с загрузкой меньше LB приведет к тому, что загрузка процессора превысит 1, но не превысит $(1 + \alpha)$.

Понятно, что в любом решении невозможна ситуация, когда загрузка каждого процессора превосходит 1. Основная идея алгоритма состоит в такой загрузке процессоров, чтобы для одного процессора или группы процессоров их средняя загрузка была не меньше 1, а максимальная загрузка любого из процессоров не превосходила более чем в $(1 + \alpha)$ раз величину оптимального значения целевой функции.

Ключевым моментом данной схемы является выделение специальных типов процессоров. К первому типу относятся процессоры, на каждый из которых назначена одна работа из класса A и несколько работ из класса C, причем их общая сумма превышает 1, но не превышает более чем в $(1 + \alpha)$ раз оптимальное значение целевой функции.

Ко второму типу относятся процессоры, на каждый из которых назначена одна работа из класса A и, возможно, несколько работ из класса C, причем их общая сумма меньше 1.

К третьему типу относятся процессоры, на каждый из которых назначены две работы из класса *B*. Возможно наличие одного процессора с одной работой из класса *B*, если количество таких работ нечетно.

Процессоры четвертого типа разбиты на группы из четырех процессоров каждая и обладают следующим свойством.

Свойство 1. Загрузка каждого из трех первых процессоров группы не превосходит α, четвертый процессор пуст, а суммарная загрузка группы – как минимум 3α/2.

Алгоритм построения расписания состоит из двух этапов. На первом этапе формируются группы одного из типов следующим образом.

1. Если поступает работа из класса *A*, то приоритетным для нее является наиболее загруженный процессор из группы типа 4. Иначе работа назначается на пустой процессор.

2. Если поступает работа из класса *B*, то приоритетным для нее является наиболее загруженный процессор из группы типа 3. Иначе работа назначается на пустой процессор.

3. Если поступает работа из класса *C*, то приоритетным для нее является наиболее загруженный процессор типа 2. Если таких процессоров нет, то работа назначается на процессор из завершенной группы типа 4. При невозможности формируется новая группа типа 4.

Очевидно, что после первого этапа не могут быть одновременно получены группы процессоров типа 2 и типа 4, а для каждой группы процессоров четвертого типа выполняется свойство 1.

Идея второго этапа алгоритма основывается на использовании резервного четвертого процессора в каждой группе четвертого типа, что позволяет избежать коллизий при поступлении работ из классов *A* и *B*.

Свойство 2. При назначении любой работы типа 1 (даже со значением длительности больше 1 в случае задачи 2) на процессор с загрузкой не более α новая суммарная загрузка этого процессора не превосходит более чем в (1 + α) раз оптимального значения целевой функции.

Теорема 1. *При наличии непустой группы процессоров типа 2 при α=2/3 для любой последовательности длительностей работ при назначении работы с длительностью больше α на наименее загруженный процессор алгоритм работает корректно.*

Замечание. Для semi онлайн-версии, когда известно оптимальное значение целевой функции, при отсутствии процессоров типа 4 после первого этапа будут поступать только работы из класса *C*.

Теорема 2. *При наличии непустой группы процессоров типа 4 при α=0,58 для любой последовательности длительностей работ существует алгоритм, который работает корректно.*

Следствие. *Для задачи, когда известно оптимальное значение целевой функции, построен алгоритм с гарантированной оценкой 1,58.*

Библиографический список

1. T.C.E. Cheng, H. Kellerer, V. Kotov. Semi-on-line multiprocessor scheduling with given total processing time. // Theoretical Computer Science 337 (2005) p. 134-146.

УДК 681.14

Коцовський В. М.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

РЕАЛІЗАЦІЯ БУЛЕВИХ ФУНКЦІЙ НА ДВОПОРОГОВИХ НЕЙРОННИХ ЕЛЕМЕНТАХ З ЦІЛОЧИСЛОВИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ

Нейромережі, побудовані з нейронних елементів (НЕ), успішно використовуються для розв'язування широкого кола практичних задач [1]. При цьому в залежності від специфіки задачі вибирається та чи інша активаційна функція НЕ. З огляду на ефективну апаратну чи програмну реалізацію найбільший інтерес становить вивчення НЕ з цілочисловими ваговими коефіцієнтами. В зв'язку з цим виникає питання про обмеження на величину цілочислових вагових коефіцієнтів. Для випадку НЕ з пороговою функцією активації Мурога [2] встановив, що для випадку реалізації n-місних порогових булевих функцій (ПБФ) у базисі $\mathrm{Z}_2 = \{0,1\}$ досить обмежитися НЕ, цілочислові вагові коефіцієнти яких задовольняють умову $|w_i| \le (n+1)^{(n+1)/2}$. Пізніше для базису $E_2 = \{-1,1\}$ цю оцінку було покращено до

$$|w_i| \le 2^{-n} (n+1)^{(n+1)/2}. \qquad (1)$$

У 1994 році Хастад [3] навів приклад n-місних ПБФ, усі цілочислові вагові коефіцієнти якої задовольняють нерівність

$$|w_i| \ge \frac{1}{2n} e^{-4n^{\beta}} 2^{(n\log_2 n)/2-n}, \qquad (2)$$

де $\beta = \log_2 \frac{3}{2}$, а n — степінь двійки ($n \ge 8$). Також у роботі [4] було показано, що середнє (по усім ПБФ) значення найбільшого за модулем вагового коефіцієнта оптимального цілочислового НЕ обмежене знизу величиною $2^{n/2}$.

У даній роботі розглядається питання реалізації БФ на двопорогових нейронних елементах (ДНЕ) і показано, що для вагових коефіцієнтів двопорогових нейронних елементів (ДНЕ) мають місце оцінки, аналогічні до (1)-(2). Також буде показано, що для довільного $\alpha \in (0,1)$, починаючи з деякого n середнє значення цілочислових коефіцієнтів оптимального НЕ або ДНЕ не менше ніж $2^{\alpha n}$, що є покращенням результату роботи [4].

Двопороговим дійсним нейронним елементом з ваговим вектором $\mathbf{w} \in \mathrm{R}^n$ і порогами $t_1, t_2 \in \mathrm{R}$ $(t_1 < t_2)$ будемо називати логічний елемент з n дійсними входами $x_1, x_2, ..., x_n$ та одним виходом $y \in \{a,b\}, (a < b)$, поведінка якого описується співвідношеннями:

$$y = \begin{cases} a, & \text{якщо } t_1 < (\mathbf{w},\mathbf{x}) < t_2, \\ b, & \text{якщо } (\mathbf{w},\mathbf{x}) \le t_1 \text{ або } (\mathbf{w},\mathbf{x}) \ge t_2. \end{cases}$$

Надалі ми будемо обмежуватися випадками $\{a,b\} = \mathrm{Z}_2$ або $\{a,b\} = E_2$. Якщо вважати, що $t_1 = -\infty$, то ми отримуємо звичайний НЕ.

Нехай A — довільна скінченна множина у просторі R^n. Тоді кожному ДНЕ із вектором структури $(\mathbf{w}, t_1, t_2)$ можна поставити у відповідність розбиття (A^+, A^-) множини A наступним чином: $A^- = \{\mathbf{x} \in A \mid t_1 < (\mathbf{w},\mathbf{x}) < t_2\}$, $A^+ = A \setminus A^-$. Розбиття такого вигляду ми будемо називати д-розбиттями. Для практичних застосувань важливим є випадок $A = \mathrm{Z}_2^n$ або

$A = E_2^n$. Будемо казати, що булева функція $f\left(x_1,...,x_n\right)$ є двопороговою (ДПБФ), якщо знайдеться такий ДНЕ із структурою $\left(\mathbf{w},t_1,t_2\right)$, що $f\left(\mathbf{x}\right)=0 \Leftrightarrow t_1 < \left(\mathbf{w},\mathbf{x}\right) < t_2$.

Теорема 1. *Довільне* д-*розбиття* $\left(A^+,A^-\right)$ *скінченної множини* $A \subset \mathrm{Z}^n$ *можна здійснити за допомогою ДНЕ з таким цілочисловим вектором структури* $\left(\mathbf{w},t_1,t_2\right) \in \mathrm{Z}^{n+2}$*, що*

$$\left\|\left(\mathbf{w},t_1,t_2\right)\right\|_\infty = \max\left\{\left|w_1\right|,...,\left|w_n\right|,\left|t_1\right|,\left|t_2\right|\right\} \le \left(\max_{\mathbf{x}\in A}\left\|x\right\|^2+2\right)^{(n+1)/2},$$

де $\left\|\mathbf{x}\right\|$ *— звичайна евклідова норма вектора* x.

Для довільної n-місної ДПБФ в алфавіті Z_2

$$\max\left\{\left|w_1\right|,...,\left|w_n\right|\right\} \le \sqrt{(n+1)n^{n+1}}, \max\left\{\left|t_1\right|,\left|t_2\right|\right\} \le \sqrt{\left(n+2\right)\left(n+1\right)^{(n+1)}}.$$

Для довільної n-місної ДПБФ в алфавіті E_2

$$\max\left\{\left|w_1\right|,...,\left|w_n\right|,\left|t_1\right|,\left|t_2\right|\right\} \le 2^{-n}\left(n+2\right)^{(n+2)/2}.$$

Теорема 2. *Якщо* $n=2^k, k\ge 3$ *то для довільного ДНЕ із цілочисловим вектором структури* $\left(\mathbf{w},t_1,t_2\right)$*, який реалізує ПБФ Хастада [3], виконується нерівність*

$$\left\|\mathbf{w}\right\|_\infty \ge \frac{1}{2n}e^{-4n^\beta}2^{(n\log_2 n)/2-n}, \text{ де } \beta=\log_2\frac{3}{2}.$$

Виникає питання про середній об’єм пам’яті, необхідний для збереження цілочислових вагових коефіцієнта НЕ і ДНЕ. Зараз ми покажемо, що в середньому для цього необхідно щонайменше $\Omega\left(n^2\right)$ біт. Для цього розглянемо сумарне та середнє значення коефіцієнтів цілочислового вектора структури НЕ:

$$S\left(\mathbf{w},t\right)=\sum_{i=1}^{n}\left|w_i\right|+\left|t\right|, \quad E\left(\mathbf{w},t\right)=\frac{S\left(\mathbf{w},t\right)}{n+1}$$

і нехай $E\left(LT_n\right)=\frac{1}{\mathrm{Card}\,LT_n}\sum_{f\in LT_n}E\left(\mathbf{w}_f,t_f\right)$, де LT_n — множина усіх n-місних ПБФ, $\left(\mathbf{w}_f,t_f\right)$ — «мінімальний цілочисловий вектор структури» n-місної ПБФ f (тобто такий вектор структури, для якого $S\left(\mathbf{w},t\right)$ приймає найменше значення). Величина $E\left(LT_n\right)$ — математичне сподівання середнього арифметичного коефіцієнтів мінімальних цілочислових векторів структури n-місних ПБФ. Має місце наступна теорема

Теорема 3. *Для довільного* $\alpha\in\left(0,1\right)$ *знайдеться таке натуральне* $n_0\left(\alpha\right)$*, що для всіх* $n\ge n_0\left(\alpha\right)$ *справджується нерівність* $E\left(LT_n\right)>2^{\alpha n}$.

Список використаних джерел

1. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – 2-е изд. – М.: Вильямс-Телеком, 2006. – 1104 с.
2. Muroga, S. Threshold Logic and its Applications / S. Muroga. – New York: Wiley, 1971.
3. Hastad, J. On the size of weights for threshold gates / J. Hastad // SIAM Journal on Discrete Mathematics. – 1994, 7(3). – PP. 484-492.
4. Hampson, S. E. Linear Function Neurons: Structure and Training / S. E. Hampson & D. J. Volper // Biol. Cyber. – 1986 vol. 53. – PP. 203-217.

УДК 004.89

Кравченко О. В., Плакасова Ж. М.
Черкаський державний технологічний університет
kravchenko_ov@ukr.net, djanai_7@mail.ru

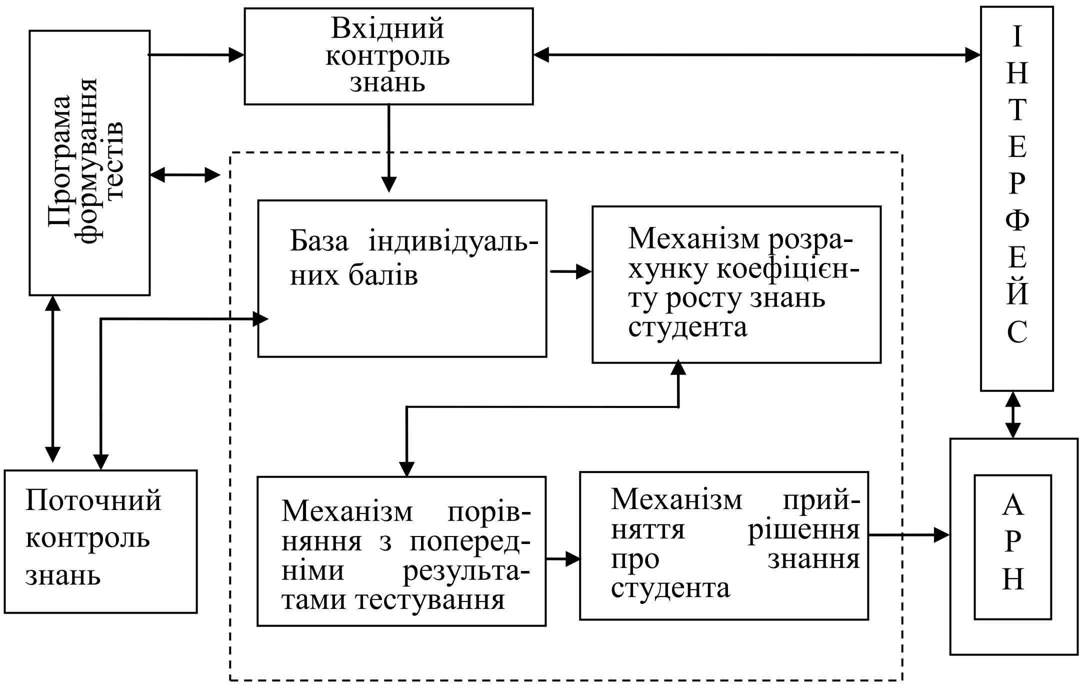
ОБЧИСЛЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА РІВНЯ ЗАСВОЄННЯ ЗНАНЬ У СИСТЕМІ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ

Розвиток інформаційних технологій на базі сучасних обчислювальних засобів спонукає до широкого використання інтелектуальних навчальних систем (ІНС) в області освіти. Основною проблемою при реалізації таких систем є розробка моделей роздумів, які забезпечують адаптивне навчання, контроль та оцінку знань. В зв’язку з цим задача створення моделей роздумів, які дозволяють організувати відкриті системи навчання, є актуальною.

В процесі створення систем адаптивного навчання доцільно враховувати: модель навчання, модель пояснення і модель об’єкта навчання, які в сукупності з моделлю предметної області повністю описують типову задачу навчання за допомогою спеціальних процедур і функцій, а також, вказують на наявність певних взаємозв'язків.

Використання інтелектуальних алгоритмів функціонування дає відчутні результати вже на етапі введення динамічної зміни оцінки питань і відповідей[2]. Очевидно, реалізуються класичні функції систем штучного інтелекту, а саме: розпізнавання і ідентифікація відповіді користувача, ухвалення рішення, формування і реалізація дії, що управляє.

У складі інтелектуального навчального комплексу система має автономну систему управління. Автономна система управління бере участь у формуванні і корекції внутрішньої моделі користувача [2].



АРН – Аналіз результатів навчання

Рис. 1 – Блок адаптивного прийняття рішень

Запропонована модель адаптивного навчання містить програму формування тестів на основі принципу модульного контролю знань, модуль пояснень та блок прийняття рішень з оцінкою складності тестів (рис. 1).

Модель дозволяє реалізувати індивідуальний підхід до об’єкта навчання в ході поточного вивчення тем, а не на прикінці семестру.

На початку вивчення нового предмету студент проходить вхідний контроль знань з суміжних дисциплін, на яких даний предмет базується [1]. Система запам'ятовує результати попереднього тестування, зберігаючи їх в базі індивідуальних балів (БІБ). Без подальших розрахунків (отримані початкові бали) коефіцієнту росту знань індивідуальні бали передаються на інтерфейс. Після проходження поточного контролю знань БІБ передає його результати разом з попередніми результатами до механізму розрахунку коефіцієнту росту знань (МРК$_{рз}$) студента.

Коефіцієнт росту знань $K_{рз}$ студента визначаємо за формулою:

$$K_{рз} = \frac{M}{N}, \tag{1}$$

де

M – поточна кількість балів;

N – кількість балів за попереднє тестування.

Якщо $Крз > 1$ – рівень знань студента зростає;

$K_{рз} \approx 1$ – рівень знань студента залишився на попередньому рівні, що потребує подальших досліджень з боку викладача;

$K_{рз} < 1$ - рівень знань студента знизився.

На результати відповідей студента реагує механізм прийняття рішень і надає рекомендації щодо подальшого вивчення визначених системою питань з наступних тем.

Наприкінці семестру студент має пройти підсумковий контроль, що відображає скорочений варіант питань попередніх тестів. Виконавши аналіз результатів всіх тестувань (АРН), програма виставляє підсумкову оцінку знань студента, яка буде прийнята як остаточна.

В даній роботі розглянуті питаня розробки комп'ютерних навчаючих систем. Наведено класифікацію існуючих систем навчання. На основі проведеного огляду існуючих інформаційних систем навчання та вивчивши моделі інформаційних систем, які доступні через мережу Інтернет в цій роботі запропонована схема блоку адаптивного прийняття рішень в моделі процесу навчання. Це дозволяє враховувати індивідуальний підхід в процесі навчання до кожного об'єкту навчання з використанням адаптивних методів. Запропоновано принцип розрахунку коефіцієнту росту знань студента, що надає можливість викладачу на протязі всього семесту вчасно корегувати процес засвоення студентом навчального матеріалу.

Продовження цієї теми передбачає розробку механізму оцінювання рівня знань студентів для розрахунку часу тестування в моделі з багаторівневим адаптивним тестуванням.

1. Кравченко О. В., Плакасова Ж. М.Аспекти формування тестів для контролю знань в системі адаптивного навчання Штучний інтелект.-ІПШІ МОН і НАН України «Наука і освіта», 2010.- №4, с.575-581
2. Нестеренко О.А., Широкопетлева М.С., Черепанов Ю.Ю. Применение индивидуализации процесса обучения в компьютерных обучающих средах [Електронный ресурс] // Восточно-Европейский журнал передовых технологий 5/2 (17) 2005

О.М. Кравченко, С.В. Скакун, Р.М. Басараб
Інститут космічних досліджень НАНУ - НКАУ
E-mail: *inform@ikd.kiev.ua*

СИСТЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА ДАНИМИ ДЗЗ

Україна займає чільне місце серед світових експортерів зерна та технічних культур. Саме тому, важливою складовою економіки країни є оцінка площ посівів, прогнозування врожайності, тощо.

В даній роботі розглянута система підтримки прийняття рішень, робота якої полягає в класифікації посівів сільськогосподарських культур, а також у відслідковуванні порушень сівозміни. В якості ОПР можуть виступати особи, задіяні в державному апараті, котрі займаються питаннями агрополітики, землевпорядкування, земельного законодавства, екології та ін. Основна складність ведення моніторингу посівів сільськогосподарських культур полягає в значних затратах часу на наземні обстеження та облік, а також, немалих матеріальних ресурсах. Частина проблем значно спрощується з використанням доступних даних ДЗЗ.

На даному кроці досліджень, за основну ціль ставилася ідентифікація посівів озимого ріпаку. Попри це система повинна була знаходити і розрізняти посіви ярих та озимих зернових, виділяти луги та пасовища, ліси, водойми, та штучні території (міста, села, забудови, тощо).

Система апробована на Городоцькому та Самбірському районах Львівської області. В якості вхідних даних використовувались супутникові знімки Січ-2, EO-1, а також безкоштовні дані супутників Landsat5 та Landsat7. Всі вхідні дані підлягали попередній обробці: геоприв'язці, орторектифікації, атмосферній корекції, тощо. Львівським центром «Облдержродючості» були надані контури полів, що використовувались в якості навчальної вибірки для класифікатора. В результаті обробки системою була створена тематична карта посівів Городоцького району. Територія Самбірського району досліджувалась з метою відслідкування порушень сівозміни озимого ріпаку. Також проводився розрахунок площ посівів озимих культур, та зокрема, озимого ріпаку.

В межах викладених вище робіт були проведені наземні обстеження, і в їх результаті створені навчальна та тестова вибірки. Дані ДЗЗ були прокласифіковані за допомогою класифікаторів: лінійного SVM, нелінійного SVM (з гаусівським ядром) та нейромережі (MLP). Загальна точність класифікації склала 82%, точність класифікації озимого ріпаку – 86%.

Дана система реалізована в якості системи підтримки прийняття рішень. ОПР отримує в результаті обробки тематичну карту (посівів чи порушень сівозміни), і в результаті аналізу, приймає відповідні рішення: виїзд на територію, виписка штрафу, тощо.

УДК 330. 131

Крикавський Є.В., Кузьо Н.Є.
Національний університет "Львівська політехніка"
ywkryk@polynet.lviv.ua, kuzjo@polynet.lviv.ua

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ «ДЕРЕВА ЦІЛЕЙ» ДЛЯ ОБҐРУНТУВАННЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ

Вибір ефективних управлінських рішень неможливий без всебічного аналізу чинників впливу на процес чи явище, визначення і порівняння можливих альтернатив чи допустимих планів дій. Тому широке застосування в процедурах прийняття рішень мають економіко-математичні методи та моделі: оптимізації, прогнозування, підтримки прийняття рішення тощо. Зокрема, для обґрунтування управлінських рішень може використовуватися метод «дерева цілей», та його модифікація, що носить назву «дерево рішень». Цей метод дає можливість пов'язати поставлені цілі з діями, що підлягають реалізації.

Основною ідеєю побудови «дерева цілей» є декомпозиція. Декомпозиція використовується для того, щоб пов'язати мету зі способами її досягнення, що сформульовані у вигляді завдань окремим виконавцям [1].

Метод «дерева цілей» орієнтований на одержання повної і відносно стійкої структури рішень, яка буде мало змінюватиметься протягом певного періоду. Для досягнення цього при побудові варіантів структури варто враховувати існуючі закономірності і використовувати принципи побудови ієрархічних структур. Структурування дає можливість деталізувати рішення, виявити існуючі між ними взаємозв'язки, забезпечення логіку вирішення проблеми, при проведенні якісного аналізу одержати нові ідеї, розкрити нові можливості рішення досліджуваної проблеми на різних рівнях управління.

Не існує універсальних методів побудови «дерева цілей». В більшості випадків «дерево цілей» будується поетапно, шляхом послідовного переходу від вищого рівня до нижчого суміжного рівня. Способи його побудови залежать від характеру цілі, обраного методологічного підходу, а також від того, хто розробляє «дерево цілей», які поставлені перед ним завдання, як він бачить їх взаємозв'язок.

При формуванні конкретних структур пропонується використовувати прийом, що полягає в наступному: складові верхнього рівня структури дерева визначаються відповідями на певні запитання (рис. 1).

Рис. 1. Визначення складових «дерева цілей» за допомогою запитань [2]

Побудова «дерева цілей» дозволяє систематизувати усі етапи досягнення головної мети, виявити необхідні шляхи досягнення цілей і уникнути зайвих заходів, оцінити можливість досягнення цілей, враховуючи наявні ресурси, встановити пріоритет цілей.

1. *Донець Л. І., Шепеленко О. В., Баранцева С. М., Сергєєва О. В., Веремейчик О. Ф. Обґрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків. Навч. посіб. / За заг. ред. Донець Л. І. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 472 с.*
2. *Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації. Навч. посіб. – Львів: «Новий світ – 2000», 2003. – 424 с.*
3. *Кігель В.Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці. К.: ЦУЛ, 2003. – 202 с.*

УДК 658.5

Е. А. Криштапович
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
E-mail:Krischtapovich@gmail.com

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОВТОРЕНИЯ ПРЕДМЕТОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ «ЭКОНОМЕТРИКИ» В РАМКАХ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Нашей целью является внедрение информационных технологий при повторении разделов курса теории вероятностей и математической статистики, которые необходимы при изучении курса «Эконометрики». Методической особенностью нашего метода является установление взаимных связей между разделами, обеспечивающее более осознанное и глубокое усвоение материала.

Как свидетельствует образовательная практика, материал раздела «Эконометрика», включенного образовательным стандартом в объединенный курс экономико-математических методов и эконометрики, представляет значительные трудности для усвоения его студентами. Обусловлено это тем, что наряду со знанием основ высшей математики, изучение этого курса требует довольно глубокого освоения основных разделов теории вероятностей и математической статистики. Кроме того, необходимо учитывать, что модульная система обучения, принятая во многих вузах, предполагает разбиение учебного материала на отдельные блоки (модули). В этой связи, как правило, контроль знаний осуществляется последовательно по мере прохождения каждого блока в учебном процессе. К недостаткам такой организации обучения можно отнести нарушение целостности курса и отсутствие связей между его отдельными разделами.

В связи с этим актуальным становится вопрос поиска путей использования возможностей компьютерных технологий, предусматривающего устранение этих недостатков на основе целенаправленной организации повторения основных понятий, воспроизведения результатов и установления связей между разделами курса. Разбиение курса эконометрики на модули осуществляется в соответствии с основными, составляющими содержание обучения этой дисциплине разделами. К таким разделам относятся: парный регрессионный анализ, множественный регрессионный анализ, временные ряды и системы одновременных уравнений. На наш взгляд, мотивационным и активизирующим учебно-познавательную деятельность студентов фактором является использование информационных технологий, применение которых стимулируют дополнительный интерес обучающихся. Для этого целесообразно использовать табличный процессор EXCEL, который обладает достаточно простым интерфейсом и набором встроенных функций, необходимых для решения изучаемых в курсе эконометрики задач.

На одном из примеров мы показываем возможности использования этого процессора для организации процесса повторения материала, который необходим при изучении парного и множественного регрессионного анализа.

Учитывая, что изложение курса эконометрики ведется после изучения основ теории вероятностей и математической статистики, повторение этих разделов будет более совершенным при параллельном изложении теоретической части теории вероятностей и ее приложений в статистике.

Начинать повторение материала естественно с такого фундаментального понятия, как случайная величина и ее статистического аналога – выборки.

В качестве примера мы рассмотрим биномиальную случайную величину. Этот пример служат иллюстрацией применения информационных технологий при повторении случайной величины и ее характеристик.

Пример. В урне находится 100 шаров, из них 60 – красные. Проводится случайный выбор шара с возвратом, испытание повторяется 20 раз. Пусть X случайная величина, значения которой – количество красных шаров из 20 выбранных.

Задание 1. Используя формулу Бернулли $P_n(m) = C_n^m p^m q^{n-m}$ средствами EXCEL найти значение $P_{20}(10)$ вероятности появления десяти красных шаров при 20 испытаниях.

Решение. Вероятность успеха (появления красного шара) при каждом испытании равна $p = \frac{60}{100} = 0{,}6$. Вероятность появления десяти красных шаров при двадцати опытах равна $P_{20}(10) = C_{20}^{10} \cdot 0{,}6^{10} \cdot 0{,}4^{10}$.

Используя функцию ЧИСЛКОМБ в категории Математические в диалоговом окне выбираем число 20 и число выбранных 10, получаем $C_{20}^{10} = 184756$. В категории Математические по функции СТЕПЕНЬ получаем $0{,}6^{10} = 0{,}006047$; $0{,}4^{10} = 0{,}000104858$, по функции ПРОИЗВЕД получаем $P_{20}(10) = 0{,}117142$.

Задание 2. Средствами EXCEL построить таблицу распределения случайной величины X, найти ее математическое ожидание MX, дисперсию DX и стандартное отклонение σX.

Решение. Случайная величина X имеет биномиальное распределение с числом испытаний $n = 20$ и вероятностью успеха $p = 0{,}6$ в одном испытании. Эта величина принимает значения 0, 1, 2, …, 19, 20. Для нахождения вероятностей этих значений используем функцию БИНОМРАСП из категории Статистические. В диалоговом окне БИНОМРАСП задаем число успехов $k = 0$, число испытаний $n = 20$, вероятность успеха $p = 0{,}6$ и значение 0 для интегральной вероятности. В результате получим значение $p_0 = P(X = 0) = 1{,}1E - 08$ вероятности $x_0 = 0$. Аналогично, для всех остальных значений случайной величины X найдем вероятности их появления. Получим таблицу 1 распределения случайной величины X.

Таблица 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p_i	1,09951E-08	3,3E-07	4,7E-06	4,23E-05	0,00027	0,001294	0,004854	0,014563	0,035497	0,070995

Продолжение таблицы 1

№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
x_i	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
p_i	0,11714	0,15974	0,17971	0,16589	0,12441	0,07465	0,03499	0,01235	0,00309	0,00049	3,66E-05

Отметим, что значение $p_{10} = 0{,}1171416$ после округления совпадает со значением, найденным в задании 1.

Для нахождения величин MX, и DX и σX используем формулы: $MX = \sum x_i p_i$, $DX = \sum (x_i - MX)^2 p_i$, $\sigma X = \sqrt{DX}$. Получим значения $MX = 12$, $DX = 4{,}8$, $\sigma X = 2{,}19089$. Эти значения совпадают с их теоретическими значениями для биномиального распределения.

Этот пример показывает возможности использования процессора EXCEL, которые обеспечивают повторение исходного материала, а также установление связей между вводимыми понятиями, и стимулируют дополнительный интерес обучаемых.

Литература

1. Белько И.В. Эконометрика. Практикум: Учебное пособие. / И. В. Белько Е. А. Криштапович. Мню: Изд-во Гревцова, 2011. 224 с.
2. Мидлтон М.Р. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP. Практикум / М.Р. Мидлтон. М.: Бином. Лаборатория знаний 2005. 296 с.

УДК 519.852:519.876

Кудін В.І., Тодоріко Б.Д.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
V_I_Kudin@mail.ru, t1to@list.ru

ПРО ОЦІНЮВАННЯ ВЕЛИЧИНИ МАШИННОГО РАНГУ МАТРИЦІ ОБМЕЖЕНЬ ЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ НЕЧІТКОГО ЗАДАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МОДЕЛІ

При застосуванні алгоритмів та методів до добре обумовлених систем, як правило, не виникає обчислювальних проблем. Властивості математичних описів моделей (точних) та комп'ютерних (наближених) якісно і кількісно співпадають (точність розв'язку, величини нев'язок обмежень, величина рангу). Наприклад, значення ведучих елементів в методі Гауса та власні значення векторів при проведенні SVD - розкладу є відмінними від нуля при повному ранзі матриці обмежень. В той же час, відомі випадки, при проведенні обчислень з недостатньою точністю можливе отримання комп'ютерного неповного рангу за умов існування точного математичного рангу [1-3]. Такі ситуації в ході ітерацій можуть бути зумовлені набуванням деякими елементами методу, як завгодно малих (чи великих) значень. Проведення операцій множення (ділення-divide by zero) може "викинути" процес в ситуацію ділення на нуль (або не число - NAN). Це окреслює проблему, як кількісно описати, що є "нуль-ненуль" та "бескінечність-небезкінечність". Згідно представлення чисел за IEE-стандартом [2-3], в залежності від варіанту подання числа з плаваючою комою значення порогу машинного нуля (зона субнормаль них чисел може бути різною і вплинути при обчисленях на величину машинного рангу. Наприклад, визначення машинного нуля як деякої функції від довжини мантиси (2^{-t}, t – довжина мантиси) при проведення обчислень може давати неповний ранг для матриці обмежент повного рангу (матриця Гільберта) [2]. На рис.1 для СЛАР з матрицею Гільберта при розмірності матриці матриці m=50 та m=100 при різній довжині мантиси наведено функціональні залежності відношення реального машинного рангу до повного (вісь ординат) при різній точності обчислень (вісь абсцис). При значенні 0 наведена величина відношення математичного рангу (обчисленого в точних раціональних числах) до розмірності матриці обмежень [2,3]. Побудовані функціональні залежності (кусочно-лінійна інтерполяція) на множині значень в вузлах інтерполювання. При певних припущеннях зону субнормальних чисел [2], попадання в яку генерує ситуацію машинний нуль, можна розглядати як нечітко раданний інтервал, що відповідає математичному нулю. Величина машинного рангу є певна нечітко задана функція від точності обчислення (порогу машинного нуля, довжини мантиси у представленні числа) та розмірності матриці обмежень.

Метою дослідження є:

аналіз типових моделей різної розмірності при обчисленнях з різною довжиною мантиси (на прикладі матриці Гільберта);

побудова функцій належності повноти рангу в залежності від точності обчислень;

розробка процедури прийняття рішень, яка б могла для типової лінійної системи різної розмірності гарантувати величину машинного рангу відповідною організацією обчислювального процесу (наприклад, вибором довжини мантиси при поданні чисел, порядком проведення обчислень тощо).

Введено в розгляд функції вигляду: $F_R^{(n)}(\varepsilon)$ - залежності машинного рангу від точності обчислення $\varepsilon = 0, 10^{-256}, 10^{-128}, 10^{-64}, 10^{-32}, \ldots$ (при розмірності матриці обмежень $n = 10, 50, 100, \ldots,\ n \in N$), $F_R^{(\min)}(\varepsilon) = \min\limits_{n \in N} F_R^{(n)}(\varepsilon)$, $F_R^{(\min)}(\varepsilon) = \max\limits_{n \in N} F_R^{(n)}(\varepsilon)$ - мінімальні та максимальні значення машинного рангу (при різних розмірностях матриці обмежень) від точності обчислень. На основі введених функцій побудовано $F_H^{(n)}(\varepsilon) = \dfrac{F_R^{(n)}(\varepsilon)}{n}, n \in N$ ($F_H^{(n)}(\varepsilon)$ - функцію залежності відношення величини машинного рангу до повного (математичного)

від точності обчислення $\varepsilon = 0, 10^{-256}, 10^{-128}, 10^{-64}, 10^{-32}, ...$ (при розмірності матриці обмежень $n = 10, 50, 100, ..., \; n \in N$) та $F_H^{(\min)}(\varepsilon) = \min_{n \in N} F_H^{(n)}(\varepsilon)$, $F_H^{(\min)}(\varepsilon) = \max_{n \in N} F_H^{(n)}(\varepsilon)$ - мінімальні та максимальні значення відношення машинного рангу до величини повного рангу (при різних розмірностях матриці обмежень) від точності обчислень. Неважко переконатись, що властивості введених функцій підпадають під означення функцій належності згідно [4].

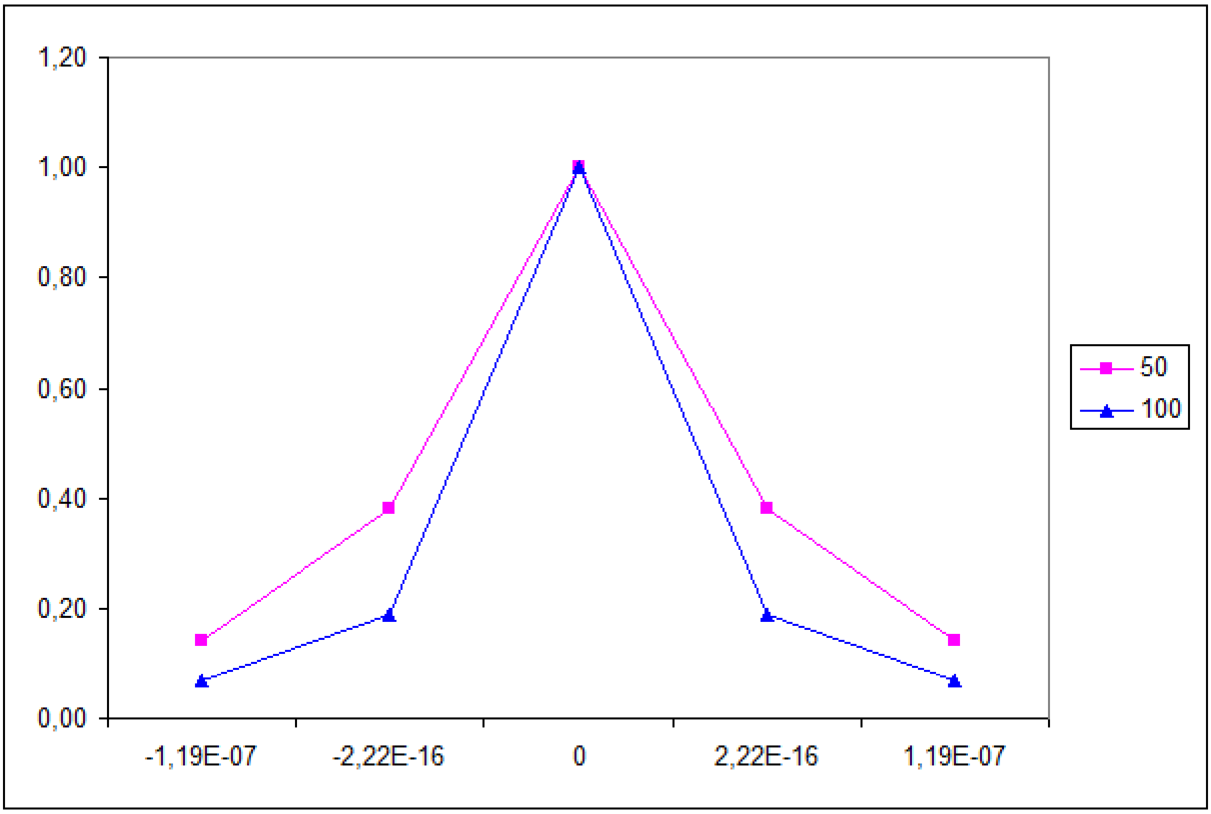


Рис. 1. Графік відношеннни величини машинного рангу до величини повного математичного рангу) для випадків n=50 та n=100

В роботі на основі обчислювального експерименту побудовано співвідношення для знаходження функції належності (від точності обчислень), як для гарантованого мінімального рівня величини машинного рангу так і можливого максимального рівня. Це дає можливість за діапазоном значень функції належності (та машинного рангу) вказувати точність з якою потрібно проводити обчислення.

Список літератури

1. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. Теория и приложение - М.: Мир, 2001,- 430с.
2. Самарский А.А., Гулин А.Г. Численные методы.- М.: Наука, 1989. - 432с.
3. Метьюз Д.Г., Финк К.Д. Численные методы.-Москва-С.-Петербург-Киев: Вильямс, 2001.-703с.
4. Орловский С.А Принятие решения при нечёткой исходной информации.- М:, Наука,- 1981,- 206с.

УДК 681.3.06(075.8)

Кузнецов В.И., Михалёв А.И., Теплякова Г.Л.
Национальная металлургическая академия Украины,
49600, Днепропетровск, пр. Гагарина, 4, maillich@mail.ru

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ NOOTRON

При решении системных задач во многих областях науки и практики целесообразно использование методов многокритериального анализа (МКА). Методы МКА предназначены для принятия индивидуальных решений человеком или консолидированной группой и применяются в самых разных задачах, таких как выбор, ранжирование, распределение ресурсов, сопоставительный анализ, управление качеством, проектирование, оценка эффективности проектов. При этом на сегодняшний момент существует значительное количество методов МКА, таких как: метод анализа иерархий (МАИ), метод анализа сетей (МАС), метод взвешенных сумм (МВС), метод матрицы решений (ММР). Перечисленные методы МКА довольно трудоёмки, поэтому для решения комплексных системных задач эффективней использовать одновременно несколько методов МКА. Такой интегрированный подход эффективно использовать в системах поддержки принятия решений (СППР).

На кафедре информационных технологий и систем НМетАУ ведётся разработка такой системы [1,2]. К настоящему моменту завершен первый релиз web-приложения «СППР NooTron», которое находится в свободном доступе в интернете по адресу: http://nootron.net.ua. СППР NooTron выполнена в виде веб-приложения. Данная архитектура, в отличие от десктопной, не требует отдельной установки на компьютере пользователя и является более лёгкой и гибкой в поддержке. Единственным требованием к оборудованию является доступ в Internet и наличие соответствующего браузера, что, как правило, имеется на каждом современном компьютере. Разработка данного приложения проводилась по методологии разработки информационных систем SCRUM, с использованием следующих инструментов разработки: Redmine, IntelliJ IDEA, Spring Framework, VisualSVN Server, Tomcat, Apache Maven, Sonar, Cobertura, Jenkins.

В СППР NooTron программно реализованы, как упомянутые выше методы (МАИ, МАС, МВС, ММР), так и оригинальные, разработанные авторами интегрированные методы: МАИ+ММР, МВС+МАИ [1,2]. Работа МАИ и МАС была проверена на реальных примерах. С использованием интегрированного метода МАИ+ММР решались задачи: выбора проекта с учетом вариантов внешних условий по совокупности критериев ММР; многокритериальная оценка эффективности проектов [2].

В настоящее время проводится опытная эксплуатация СППР NooTron в режиме ON-LINE, что дает возможность её открытого использования как студентами, изучающими методы многокритериального анализа, так и исследователями в различных областях науки и техники, где требуется проведение сравнительного анализа и принятие решений.

Литература

1. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Ковалик Н.Н., Теплякова Г.Л. Интеграция методов многокритериального анализа и их применение в системе поддержки принятия решений // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 4 (75). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 50-62.
2. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Теплякова Г.Л. Оценка эффективности проектов объединённым методом многокритериального анализа // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 3 (80). – Дніпропетровськ, 2012. – С. 113-121.

УДК 519.816 (075.8)

Лавер В.О.
Ужгородський національний університет

АКСІОМАТИЧНА ХАРАКТЕРИЗАЦІЯ НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ ВИТРАТ

Моделі розподілу (відомі також як «проблема банкрутства») в останні три десятиріччя стали досить актуальною тематикою в літературі, присвяченій теорії кооперативних ігор [1]. Центральним аспектом при цьому є аксіоматична характеризація тих чи інших правил розподілу витрат (чи прибутку).

Існує два підходи до математичного моделювання:

- Аксіоматичний (задаються деякі аксіоми, яким повинен задовольняти розв'язок задачі; розв'язання задачі підпорядковане аксіомам);
- Алгоритмічний (задається певний алгоритм знаходження розв'язку; властивості розв'язку досліджуються пост-фактум).

В даній роботі пропонується «двоїстий» підхід: задається алгоритм (нечіткий подушний податок (НПП) або нечіткий рівневий податок (НРП) [2]), при цьому результат повинен задовольняти певним аксіомам.

Проблемою розподілу називається трійка (N,c,b), де N – скінченна множина агентів, невід'ємне дійсне число c визначає кількість ресурсів, яку необхідно розподілити, вектор $b=(b_i)_{i\in N}$ визначає для кожного агента i його заявку b_i, причому ці числа такі, що

$$0\le b_i,\ \forall i\in N\colon\ 0\le c\le \sum_{i\in N} b_i. \qquad (1)$$

Розв'язком проблеми розподілу є вектор $x=(x_i)_{i\in N}$, який ставить у відповідність кожному агенту i його частку x_i, причому

$$0\le x_i\le b_i,\ \forall i\in N:\sum_{i\in N} x_i = c. \qquad (2)$$

Нечітким узагальненням проблеми розподілу будемо вважати модель, в якій умови (2) виконуються нечітко.

Розглянемо два алгоритми: Нечіткий Подушний Податок (НПП) та Нечіткий Рівневий Податок (НРП).

НПП визначається наступним чином:

1. Знаходиться чіткий подушний податок (ПП) [2].
2. Множина агентів ділиться на дві групи: N_1 і N_2. В першу групу включаються всі агенти, для яких величина ПП рівна їх запасу грошей b_i., всі інші агенти включаються в групу N_2.
3. Встановлюються величини поступок для агентів першої α_i ($i\in N_1$) і другої β_j ($j\in N_2 = N\setminus N_1$) груп – на скільки відсотків від величини ПП агенти першої групи згідні заплатити менше, а агенти другої – більше за величину, що приписує їм ПП.
4. Величини витрат агентів розглядаються як правосторонні нечіткі числа нечіткі числа трапецеїдальної форми, відповідно $x_i=(\underline{x}_i,\hat{x}_i)$ з функцією належності $\mu_i(x_i)$ ($i\in N_1$) та $x_i=(\hat{x}_i,\overline{x}_i)$ $(j\in N_2)$ з функцією належності $\mu_j(x_j)$.
5. Формується задача лінійного програмування, з якої знаходиться оптимальний розподіл $(x_1,x_2,...,x_n)$ і степінь задоволеності агентів цим розподілом – λ $(0\le\lambda\le 1)$..

   Якщо дана величина не задовольняє ОПР, переходимо до п.3.

Алгоритм для пошуку НРП матиме аналогічний вигляд:

1. Знаходиться чіткий рівневий податок (РП) [2].
2. Множина агентів ділиться на дві групи: N_1 і N_2. В першу групу включаються всі агенти, для яких величина РП рівна нулю, всі інші агенти включаються в групу N_2.

3. Встановлюються величини поступок для агентів першої α_i ($i \in N_1$) і другої β_j ($j \in N_2 = N \setminus N_1$) груп. Для першої групи величина поступки визначає розмір субсидії агента *i*, $\hat{x}_i = \alpha_i b_i$. Для другої ж групи величини поступок означають частку витрат, на яку агенти з цієї групи згодні заплатити більше для покриття витрат першої групи.
4. Величини витрат агентів другої групи розглядаються як правосторонні нечіткі числа нечіткі числа трапецеїдальної форми, $x_i = (\hat{x}_i, \bar{x}_i)$ $(j \in N_2)$ з функцією належності $\mu_j(x_j)$.
5. Формується задача лінійного програмування, з якої знаходиться оптимальний розподіл $(x_1, x_2, ..., x_n)$ витрат $c + \Delta$ і степінь задоволеності агентів цим розподілом – λ $(0 \le \lambda \le 1)$. Якщо дана величина не задовольняє ОПР, переходимо до п.3.

Для чітких подушного і рівневого податків є добре розроблена система аксіом, які характеризують ці два методи.

Зокрема, однією з аксіом, що характеризують чіткий подушний податок є аксіома Нижньої Межі:

$$\forall N, c, b, i : x_i = r_i(N, c, b) \ge \min\{b_i, \tfrac{c}{n}\}.$$

Нижня Межа гарантує, що агент заплатить $\frac{c}{n}$ одиниць витрат, якщо ця величина є меншою за його запас грошей. В протилежному випадку, він повинен заплатити b_i одиниць витрат.

Рівневий податок, в свою чергу, характеризується аксіомою Верхньої Межі:

$$\forall N, c, b, i : x_i = r_i(N, c, b) \le \left\{\tfrac{c}{n} + \left(b_i - \tfrac{b_N}{n}\right)\right\}_+.$$

Двоїсто, верхня межа гарантує, що прибуток *i*-го агента не є більшим за середній прибуток всіх агентів. У випадку, якщо прибуток *i*-го агента виходить менше середнього, він не платить рівневий податок.

Очевидно, що НПП і НРП не задовольняють чітким аксіомам, відповідно, Нижньої та Верхньої Межі.

Пропонуються нечіткі аналоги даних аксіом.

Нечітка Нижня Межа:

$\forall N, c, b, i : x_i = r_i(N, c, b) \ge \min\{b_i, \tfrac{c}{n} - \alpha b_i\}, \alpha = \min\limits_{i, \alpha_i \ne 0} \alpha_i$, де α_i $(0 \le \alpha_i \le 1, \forall i)$ - поступка *i*-му агенту.

Нечітка Верхня Межа:

$$\forall N, c, b, i : x_i = r_i(N, c, b) \le \left\{\tfrac{c}{n} + \left(b_i - \tfrac{b_N}{n}\right) - \alpha b_i\right\}_+.$$

НПП характеризується аксіомою Нечіткої Нижньої Межі, а НРП – Нечіткої Верхньої межі. Відмітимо, що при нульових поступках дані аксіоми збігаються із своїми чіткими аналогами.

Нечіткі моделі розподілу витрат не тільки враховують властиву реальним моделям нечіткість, але і можуть бути застосованими для деяких класичних задач (зокрема як це наведене в [4]). Більше того, так само як і для чітких методів розподілу, для нечітких методів також існують аксіоми (нечіткі узагальнення чітких аксіом), за допомогою яких можна дати їхню характеризацію.

1. Moulin, Herve. "Axiomatic Cost and Surplus-Sharing," Working Papers 2001-06, Rice University, Department of Economics, 2001.
2. Мулен Э. Кооперативное принятие решений.-М: Мир, 1991.-464с.
3. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336 с
4. Волошин А.Ф., Лавер В.О. Нечеткие обобщения модели распределения затрат; In: Information Models of Knowledge №19, ITHEA Sofia-Kiev, 2010, 215-200 ст.

УДК 519.6

Литвин О.М., Першина Ю.І.
Українська інженерно-педагогічна академія,
yulia_pershina@mail.ru

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗРИВНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТРИКУТНИКІВ З ОДНІЄЮ КРИВОЛІНІЙНОЮ СТОРОНОЮ

В роботі розглядається задача наближення розривної функції двох змінних в області, що представляє собою одиничний квадрат. Задачі наближення розривних функцій виникають значно частіше, ніж неперервних функцій. Наприклад, в методах комп'ютерної томографії на даний час не достатньо є дослідженим питання про використання інформації про те, що внутрішня структура тіла людини складається з органів різної форми та різної щільності, тобто ми маємо справу з розривною функцією. Автором вже були розроблені методи наближення розривних функцій розривними сплайнами на прямокутних елементах [1-2] та елементах, що утворюються прямокутними трикутниками [3].

Припускається, що область розбивається на прямокутні трикутники з криволінійною гіпотенузою. Функція має розриви першого роду на границях між цими трикутниними елементами (не обов’язково між всіма). Пропонується побудова розривного інтерлінаційного сплайна для наближення заданої розривної функції двох змінних.

Розглянемо трикутний елемент $T_{ij}, \ i=\overline{1,n}, \ \ j=\overline{1,m}$ (рис.1), в якому катети задаються рівняннями $AB: x = x_i$, $AC: \ y = y_j$, а гіпотенуза BC, взагалі кажучи, є криволінійною і може задаватися рівнянням $h(x)+g(y)=1$, тобто $y=g^{-1}(1-h(x))$ або $x=h^{-1}(1-g(y))$. Причому виконуються наступні співвідношення: $g(y_j)=0, \ h(x_i)=0$.

Нехай на цьому трикутнику задана функція $f(x,y)$, яка на лініях заданого трикутного елемента може мати розриви першого роду.

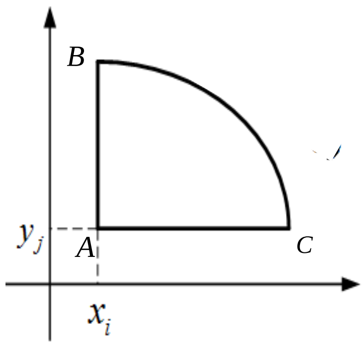


Рис.1. Один з можливих трикутних елементів з криволінійною гіпотенузою та з прямим кутом у вузлі (x_i, y_j).

Вважаємо заданими:

1. Сліди функції $f(x,y)$ на прямій $x = x_i$ (справа та зліва прямої відповідно):

$$\varphi p_i\,(y)=\lim_{x\to x_i+0} f(x,y), \ \ \varphi m_i\,(y)=\lim_{x\to x_i-0} f(x,y);$$

$$\varphi pp_{ij}=\varphi p_i\,(y_j)=\lim_{\substack{x\to x_i+0\\ y\to y_j+0}} f(x,y), \qquad \varphi mp_{ij}=\varphi m_i\,(y_j)=\lim_{\substack{x\to x_i-0\\ y\to y_j+0}} f(x,y).$$

2. Сліди функції $f(x,y)$ на прямій $y = y_j$ (над та під прямою відповідно):

$$\psi p_j(x)=\lim_{y\to y_j+0} f(x,y), \quad \psi m_j(x)=\lim_{y\to y_j-0} f(x,y)$$

$$\psi pp_{ij} = \psi p_j(x_i) = \lim_{\substack{x\to x_i+0 \\ y\to y_j+0}} f(x,y),\ \ \psi pm_{ij} = \psi m_j(x_i) = \lim_{\substack{x\to x_i+0 \\ y\to y_j-0}} f(x,y).$$

3. Сліди функції $f(x,y)$ на криволінійній гіпотенузі (під та над прямою відповідно):

$$\eta m_{ij}(x) = f\left(x, g^{-1}(1-h(x))-0\right), \qquad \eta p_{ij}(x) = f\left(x, g^{-1}(1-h(x))+0\right);$$

$$\eta pm_{ij} = \eta m_{ij}(x_i) = f\left(x_i+0, g^{-1}(1-h(x_i))-0\right),\ \eta pp_{ij} = \eta p_{ij}(x_i) = f\left(x_i+0, g^{-1}(1-h(x_i))+0\right)$$

Введемо позначення:

$$\mu m_i\ (x) = f\left(x_i+0, g^{-1}(1-h(x))-0\right),\ \mu p_i\ (x) = f\left(x_i+0, g^{-1}(1-h(x))+0\right) \text{ або}$$

$$\mu p_j(y) = f\left(h^{-1}(1-g(y))+0, y_j-0\right),\ \mu m_j(y) = f\left(h^{-1}(1-g(y))-0, y_j+0\right),$$

Теорема. Якщо сліди функції $f(x,y)$ задовольняють умовам

$$\psi p_j(x_i) = \varphi p_i(y_j), \quad \eta m_{ij}(x_i) = \varphi p_i\ \left(g^{-1}(1-h(x_i))\right),\ \eta m_{ij}\left(h^{-1}(1-g(y_j))\right) = \psi p_j\left(h^{-1}(1-g(y_j))\right)$$

то оператор

$$Lf(x,y) = L_1 f(x,y) + L_2(x,y) - L_{12}(x,y),$$

$$L_1 f(x,y) = h(x)\cdot \eta m_{ij}(y) + g(y)\cdot \eta m_{ij}(x),\ L_2 f(x,y) = \psi p_j(x) + \varphi p_i(y) - \varphi p_i(y_j),$$

$$L_1 L_2 f(x,y) = h(x)\left(\varphi p_i(y) + \mu p_j(y) - \varphi p_i(y_j)\right) + g(y)\left(\eta m_{ij}(x_i) + \mu m_i\ (x) - \psi p_j(x)\right)$$

інтерлінує функцію $f(x,y)$ на трьох сторонах трикутника T_{ij}, $i=\overline{1,n},\ \ j=\overline{1,m}$, тобто

$$L\ f(x,y)\big|_{y=y_j} = \psi p_j(x),\ Lf(x,y)\big|_{x=x_i} = \varphi p_i(y),\ \ Lf(x,y) = f(x,y), \text{ якщо } h(x)+g(y)=1.$$

В роботі сформульовані та доведені теореми про інтерлінаційні властивості та похибку побудованої розривної конструкції. Наводиться доцільність розробки саме розривних інтерлінаційних сплайнів, оскільки ці оператори відновлюють функції за відомими їх слідами на заданій системі ліній та пов’язані із задачею відновлення характеристик об'єктів за відомими їх проекціями, а це і є задача комп’ютерної томографії, на розв’язання якої направлені зусилля автора. В роботі наводяться умови, при яких побудовані розривні сплайни являються неперервними, тобто розроблена загальна теорія наближення заданих функцій, частинним випадком якої є відома теорія наближення класичними неперервними сплайнами. Наводиться приклад наближення функції двох змінних розробленим методом і аналізуються отримані результати наближення. Наведений приклад також підтверджує викладену в статті теорію. Запропонований метод наближення можна буде використати для математичного моделювання розривних процесів в медичних, геологічних, космічних та інших дослідженнях.

Література

1. О.М. Литвин, Ю.І. Першина. Побудова кусково-білінійних сплайнів для наближення функцій з розривами першого роду у вузлах ректангуляції двовимірної області // Таврічний вісник інформатики та математики. – Симферополь. – 2011. – №1. – С. 63 – 72.
2. О.Н. Литвин, Ю.И. Першина. Приближение разрывной функции двух переменных с помощью разрывных сплайнов двух переменных (прямоугольные элементы) – Компьютерная математика. – Киев, 2011. – №1. –С.96 – 105.
3. Литвин О.М., Першина Ю.І. Наближення розривних функцій кусково-лінійними інтерполяційними розривними сплайнами на трикутній сітці вузлів // Доповіді НАНУ. –2012. – №1. - С. 38–43

УДК 519.8

Лиховид А.П.*, Ляшко В.И., Стецюк П.И.***
*Институт кибернетики им. В. М. Глушкова НАН Украины,
**Национальный университет "Киево-Могилянская академия",
o.lykhovyd@gmail.com, lyashko@ucma.kiev.ua, stetsyukp@gmail.com

ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ С БУЛЕВЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СУТОЧНОЙ ЗАГРУЗКИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Постановка задачи. Пусть энергосистема состоит из n параллельно работающих энергоблоков. Для каждого энергоблока i ($i=1,\dots,n$) заданы p_i^{low} и p_i^{up} – соответственно нижняя и верхняя границы его электрической нагрузки[1], c_i – затраты условного топлива на выработку единицы электрической нагрузки. Пусть T – длительность суточного планового периода в часах. Для каждого интервала t ($t=1,\dots,T$) задана плановая электрическая нагрузка энергосистемы E_t (в тех же единицах, что и электрические нагрузки энергоблоков). Для каждого энергоблока i имеется информация, что он должен работать не менее, чем O_i^{low} и не более, чем O_i^{up} часов за весь плановый период. Пусть x_{it} – неизвестная электрическая нагрузка i-го энергоблока в интервале t, а y_{it} – булева переменная, равная нулю, если энергоблок i выключен в интервале t, и равная единице в противоположном случае. Рассмотрим следующую задачу математического программирования:

$$F^* = \min \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{n} c_i x_{it} \tag{1}$$

при ограничениях

$$\sum_{i=1}^{n} x_{it} = E_t, \quad t=1,\dots,T, \tag{2}$$

$$O_i^{low} \le \sum_{t=1}^{T} y_{it} \le O_i^{up}, \quad i=1,\dots,n, \tag{3}$$

$$p_i^{low} y_{it} \le x_{it} \le p_i^{up} y_{it}, \quad i=1,\dots,n, \quad t=1,\dots,T, \tag{4}$$

$$y_{it} = 0 \vee 1, \quad i=1,\dots,n, \quad t=1,\dots,T. \tag{5}$$

Задача (1)–(5) имеет следующий содержательный смысл. Минимизируемая функция (1) задает суммарные (за весь плановый период) затраты условного топлива на выработку электроэнергии, поставляемой в энергосистему всеми энергоблоками. Ограничения (2) связаны с обязательным выполнение плана по электрической энергии в каждом из интервалов планового периода (запасать или складировать электрическую энергию нельзя). Ограничения (3) означают, что каждый энергоблок будет работать не менее, чем O_i^{low} часов и не более, чем O_i^{up} часов за весь плановый период. Ограничения (4) означают, что для каждого энергоблока и каждого интервала t его электрическая нагрузка x_{it} выбирается из непрерывного диапазона $[p_i^{low}, p_i^{up}]$ электрических нагрузок, если энергоблок включен, и равна нулю, если энергоблок выключен.

О методах решения. Задача (1)–(5) является задачей смешанного целочисленного линейного программирования. Для ее решения может применятся стандартное программное обеспечение сервера NEOS [2], который позволяет решать задачи математического

---

[1] Здесь под электрической нагрузкой понимается количество электрической энергии, которое энергоблок может поставлять в энергосистему. Реальная мощность энергоблока включает еще электрическую энергию, затрачиваемую на собственные нужды энергоблока, покрывающую потери в сети, и др.

программирования в online-режиме. Для решения задач смешанного целочисленного линейного программирования на NEOS сервере представлены следующие программы:

Mixed Integer Linear Programming

- Cbc [AMPL Input][GAMS Input][MPS Input]
- feaspump [AMPL Input][CPLEX Input][MPS Input]
- Glpk [GAMS Input]
- Gurobi [AMPL Input][GAMS Input][MPS Input]
- MINTO [AMPL Input]
- MOSEK [GAMS Input]
- qsopt_ex [AMPL Input][LP Input][MPS Input]
- scip [AMPL Input][CPLEX Input][GAMS Input][MPS Input][OSIL Input][ZIMPL Input]
- SYMPHONY [MPS Input]
- XpressMP [AMPL Input][GAMS Input]

Для них оптимизационные модели можно задавать как в виде файлов стандартных входных форматов (MPS, CPLEX, LP, OSIL, ZIMPL), так и в виде описаний на языках моделирования AMPL и GAMS.

В настоящее время разрабатывается AMPL-описание математической модели (1)–(5) и сервисных функций для проведения тестовых расчетов с двумя классами задач суточной почасовой загрузки энергосистемы. Первый класс задач включает до 25 энергоблоков, что характеризует количество энергоблоков тепловых электростанций (ТЭС) для отдельных энергокомпаний Украины, а второй класс включает более сотни энергоблоков, что характеризует количество энергоблоков ТЭС для Объединенной энергосистемы Украины (см. [3]).

Список литературы

1. Стецюк П.І., Журбенко М.Г., Лиховид О.П. Математичні моделі та програмне забезпечення в задачах енергетики. – К.:, 2012. – 64 с.
2. NEOS Server (http://www.neos-server.org/neos/solvers/index.html).
3. Сайт державного підприємства «Енергоринок» (http://www.er.gov.ua/).

УДК 519.7

Ломага М.М.
ДВНЗ “Ужгородський національний університет”
Семенова Н.В.
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН україни

ЗАДАЧА МАКСИМІЗАЦІЇ ВЕКТОРНОЇ ФУНКЦІЇ З ОПУКЛИМИ СКАЛЯРНИМИ КРИТЕРІЯМИ НА КОМПАКТНІЙ МНОГОГРАННІЙ МНОЖИНІ

Розглядаємо наступну задачу векторної оптимізації

$$\max\{F(x) | x \in X\}, \tag{1}$$

де X − компактна множина в R^n вигляду $X = \{x \in R^n | Ax \le b\}$, $A \in R^{m\times n}$, $b \in R^m$, $F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_l(x))$, $f_i(x): R^n \to R$, $i = 1, 2, \dots, l$ − опуклі неперервні функції в R^n.

Під розв’язанням задачі (1) розумітимемо знаходження деякої підмножини множини всіх Парето-оптимальних розв’язків, яку позначатимемо $P(F, X)$.

Означення 1 [1]**.** Альтернатива $x^* \in X$ називається Парето-оптимальною, якщо не існує $x \in X$, такого, що $F(x) \ge F(x^*)$, $F(x) \ne F(x^*)$.

Означення 2 [2]**.** Функція $g(x)$ називається квазіопуклою на опуклій множині Y, якщо

$$\left.\begin{array}{l} x^1, x^2 \in Y \\ g(x^2) < g(x^1) \\ 0 \le \lambda \le 1 \end{array}\right\} \Rightarrow g(\lambda x^2 + (1-\lambda)x^1) \le g(x_1).$$

Квазіопуклість є суттєвим узагальненням опуклості. Багато властивостей опуклих функцій зберігаються або мають аналоги для квазіопуклих функцій. Справедливим є твердження, що будь-яка опукла функція є квазіопуклою. Обернене твердження невірне.

Теорема 1 [3]**.** Серед розв’язків однокритеріальної задачі $\max\{g(x) | x \in Y\}$, де Y − компактна многогранна множина в R^n, $g(x): R^n \to R$ − неперервна та квазіопукла функція на Y, обов’язково існує крайня точка.

Розглянемо задачу

$$\max\left\{\sum_{i=1}^{l} \alpha_i f_i(x) \middle| x \in X\right\} \tag{2}$$

де $\alpha_i > 0$, $\alpha_i \in R$, $i = 1, 2, \dots, l$.

Теорема 2. Оптимальний розв’язок задачі (2) є Парето-оптимальним розв’язком задачі (1).

Теорема 3. Серед Парето-оптимальних розв'язків задачі (1) є крайня точка допустимої множини X

На основі доведених теорем розроблено метод розв’язання задачі (1), який здійснює пошук Парето-оптимальниї розвязків серед вершин множини X .

1. Подиновский В.В., Ногин. В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач – М.: Наука, 1982. – 256 с.
2. Эльстер К.-Х., Рейнгард Р., Шобле М., Донат Г. Введение в нелинейное программирование. Пер. с нем. Под ред. И.И. Еремина. − М. „Наука”. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. − 264 с.
3. Моклячук М.П. Негладкий аналіз та оптимізація: навчальний посібник. − К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2008. − 399 с.

М.М. Маляр, А.С. Галковська, І.Р. Мартинишин
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ ПРО ІНВЕСТИЦІЇ

В даній роботі розглядається задача вкладення інвестицій, яка моделюється за допомогою математичного апарату розмитих множин.

Основи нечіткої логіки були закладені наприкінці 60-х років у працях відомого американського математика Лотфі Заде [1]. Його робота "Fuzzy Sets", що з'явилася в 1965 році в журналі "Information and Control", заклала основи моделювання інтелектуальної діяльності людини і виявилася початковим поштовхом до розвитку нової математичної теорії. Основною причиною появи нової теорії стала наявність нечітких та наближених міркувань при описі людиною процесів, систем і об'єктів.

Інформація, що використовується може бути суб’єктивною, а її подання на мові людей, як правило, містить велику кількість невизначеностей типу «багато», «мало», «приблизно», які не мають аналогів на мові математики. Таким чином, для подальшого застосування математичних методів, для аналізу і дослідження все більш ускладнюючих систем знадобилось створення нового математичного апарату, який дозволяє формально описати нечіткі поняття, якими оперує людина, описуючи свої бажання, цілі і уявлення про систему.

Суттю задачі про вкладення інвестицій є реалізація інвестиційного проекту. Під інвестиційним проектом будемо розуміти план або програму заходів, які зв’язані з здійсненням капітальних вкладень. Ціль такого проекту це подальше відшкодування даних вкладень і отримання прибутку. Інвестиційний проект складається із трьох етапів руху основних грошових потоків: потік інвестицій, потік текучих (операційних) платежів і потік поступлень. Беззаперечним є факт, що ні потік текучих платежів ні потік поступлень не можуть бути сплановані точно, по скільки не існує повної визначеності відносно майбутнього стану ринку та законодавчої бази. Це пояснюється тим, що міняються ціни на сировину і матеріали, змінюються ринки збуту, уточнюється законодавча база.

Таким чином, інвестор завжди знаходиться в умовах невизначеності і ризику. Інструментом який дозволить усунути дані невизначеності може служити теорія нечітких множин.

Нами використовується економіко-математична модель оцінки цінності інвестицій приведена у роботі [2], при умові, що всі інвестиційні поступлення приходяться на початок інвестиційного процесу і оцінка ліквідаційної вартості проекту проводиться по закінченню терміну життя проекту. Таким чином дана оцінка обчислюється:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^{N} \frac{\Delta V_i}{(1+R)^2} + \frac{C}{(1+R)^{N+i}},$$

де $I-$стартовий об’єм інвестицій, $N-$число планових періодів інвестування, $\Delta V_i -$ оборотне сальдо поступлень і платежів в i- му періоді, $R-$ставка дисконтування, вибрана для проекту (наприклад, очікувана ставка по довгостроковим кредитам), $C-$ліквідна вартість часткових активів.

Розглядається випадок, коли всі параметри володіють властивістю "розмитості" [3]. Інвестиційний проект вважається ефективним, якщо $NPV \geq d$, тобто d- величина проектного рівня невід’ємна.

Література

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 166с.
2. Воронков К.Н. Оценка комерческой состоятельности инвестиционых проектов// Финансовая газета, 1993, № 49-52; 1994, № 1-4, № 24-25.
3. Нечеткие гибридные системы:Теория и практика / Батыршин И.З., Недосекин А.О., СтецкоА.А. и др.; под ред. Ярушкиной Н.Г. – М.:Физматлит, 2007. – 208 с.

УДК 004.519.681

Маляр М.М.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ І ВИБІР

Все наше життя це суцільний вибір. Наприклад, починаючи з найпростішого «підніматися вранці чи ні?» і до філософського «бути чи не бути?». Класичне визначення, що вибір – це певна сукупність дій людини спрямована на досягнення певної цілі в умовах обмеженості ресурсів.

Складності нашого життя в сучасному світі залежать від рівня «невизначеності». Тому виникають запитання : «що собою представляє невизначеність?»; «в яких ситуаціях вона виникає?»; «Яким чином вийти із неї з найменшими втратами?». Ці питання хвилюють науковий світ не тільки психологів, а і представників таких далеких один від одного професійних напрямків як соціологи, менеджери, медики, математики, економісти, фізики, хіміки, екологи, політики. З кожним днем ці питання все популярніше стають обговорювати в сучасному світі.

Термін «невизначеність» вперше запропонував F.H. Knight[1] в 1933 році. Зміст заключався у тому, що людина не знає або не може точно оцінити стан навколишнього середовища і результати, які протікають у даному середовищі в певному стані.

Невизначеність присутня завжди і у всьому, вона являється «королевою сучасності». Невизначеність – це той факт, з яким всі форми життя повинні боротись. Багато людей вважають, що «невизначеність» - це відсутність або недостатність інформації, а невизначеною слід вважати ситуацію, коли виникає необхідність вибору, або при недостатньому рівні інформації для прийняття правильного рішення, або навпаки – інформації настільки багато, що вона «не поміщається в голові». В основному одна і таж інформація може пояснюватись по різному, або її взагалі неможливо категорувати (структурувати) – тобто людина не готова для обробки такої інформації. Сюди ж відносяться ситуації в яких присутні сумніви, суперечливість, ненадійність, незрозумілість за рахунок достовірності інформації.

Невизначена ситуація як вакуум притягує до себе різні інші ситуації, які є не менш невизначеними.

Все своє життя людство робило спроби приручити «невизначеність». Наприклад, людина створила механізм «упорядкування» випадкового вибору – від примітивного «гадання» і гри в рулетку до розробки складних методів моделювання невизначеності – теорії катастроф.

На сьогоднішній день цілі науково-дослідні лабораторії і інститути працюють над проблемою приручення «невизначеності».

Психологи вважають, що важкі ситуації не мають простих рішень. А це безумовно пов’язано, у свою чергу, з проблемою оцінки рішень за багатьма критеріями. Сама людина з такою ситуацією справитись не може. Тому, виникає необхідність у залученні, для вирішення проблемної ситуації, спеціалістів у вигляді експертів і консультантів, тобто «колективного розуму» і «інтуїції», які володіють як психологічними прийомами так і математичними методами і моделями переробки інформації. Наявність невизначеності особливо у поєднанні з багатокритеріальністю, суттєво ускладнює прийняття рішень.

Як показує багаторічний досвід, проведений різними дослідниками, можна виділити наступні види інформаційних невизначеностей:

1) об’єктивна невизначеність («природа»);
2) невизначеність із-за відсутності достатньої інформації;
3) невизначеність, яка породжена слабо структурованими проблемами;
4) стратегічна невизначеність, яка визвана залежністю від інших суб’єктів;
5) невизначеність, яка визвана нечіткістю як процесів і явищ, так і інформацією, яка їх описує;

6) перспективна невизначеність (поява непередбачуваних факторів);
7) ретроспективна невизначеність, яка визвана відсутністю інформації про поведінку об'єкта в минулому;
8) технічна невизначеність – неможливість наперед угадати (передбачити) результати прийнятих рішень, або ненадійність вхідних даних;
9) стохастична невизначеність – використання ймовірнісних величин і характеристик;
10) невизначеність цілей (критеріїв) і обмежень;
11) невизначеність умов, в яких приймається рішення;
12) розрахункова невизначеність пов'язана з неточністю оцінок об'єкта або з неточністю моделей;
13) невизначеність пов'язана з неповнотою інформації (пропуски даних) або недостовірність даних (помилки вимірів або оцінок), а також їх комбінація.

Інформаційну невизначеність можна усунути двома шляхами: поглиблене вивчення існуючої інформації або до отримання невистаючої інформації.

Невизначеність можна прокласифікувати: по степені невизначеності – повна визначеність, ймовірнісна, лінгвістична, інтервальна і повна; по характеру невизначеності – параметрична, структурна, ситуаційна; по використанню отриманої інформації – яка піддається усуненню і яку усунути неможливо.

Інформаційна невизначеність виникає із декількох причин. По-перше, неможливість передбачення як самих процесів, так і зовнішніх впливів на них. По-друге, обмеженість людського пізнання. По-третє, неможливість передбачити взаємодію між суб'єктами, а також їх взаємодію. По-четверте, відсутність достатньої інформації для доцільності організаційних дій.

Інформацію по вмісту в ній невизначеності можна розділити на такі групи.

1. Вхідна інформація – це наперед накопичена і підготовлена інформація, невизначеність якої характеризується неповнотою, недостовірністю і невідповідністю.
2. Оперативна інформація – текуча інформація, невизначеність якої залежить від вхідної інформації, а також від особливостей функціонування об'єкта.
3. Суб'єктивна інформація – це особиста інформація, невизначеність якої характеризується значеннями про об'єкт або явище і дефіцитом часу на розробку рішень.

На сьогоднішній день відомі(існують) наступні шляхи зменшення невизначеності: структуризація, характеризація та оптимізація.

Структуризація проблеми дозволяє визначити окремі її елементи, встановити взаємозв'язок між елементами, ієрархічну схему впливу підцілей, підпроблем, елементів, послідовність розв'язування задач.

При характеризації проблеми використовується гіпотеза про характерність признаків об'єкта прийняття рішення, тобто допускається, що можливе упорядкування значень кожного признаку для тієї або іншої властивості об'єкта. Дана гіпотеза дозволяє класифікувати елементи структуризуючого об'єкту. Деяким обмеженням являється припущення про незалежність упорядкування значень одних признаків відносно інших.

Після структуризації і характеризації проблеми ПР стає можливість побудови оптимізаційної моделі, за допомогою якої здійснюється вибір найбільш привабливого варіанту.

Слаба структуризація проблеми прийняття рішень, наявність невизначеності і неповноти інформації роблять процес вироблення і вибору ефективного рішення досить складним.

З математичної точки зору невизначеність це характеристика рішень, ймовірність яких невідома.

Література

1. Knight F.H. Risk, Uncertainty and Profit. – London, 1933.

УДК 519.86

Маханець Л.Л.
Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича
liuba_max@rambler.ru

ЕКОНОФІЗИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО РИЗИКУ

Сучасні тенденції в економіці вказують на необхідність вдосконалення світової фінансової системи, в тому числі і на удосконалення методів і технологій управління фінансовими ризиками. Одним із основних методів оцінки ступеня фінансового ризику є волантильність.

Волатильність – це статистичний показник, що характеризує тенденцію мінливості ціни і є найважливішим фінансовим показником в управлінні фінансовими ризиками, за допомогою якого визначають ступінь ризику використання фінансового інструменту за заданий проміжок часу. Волатильність виражається в абсолютному або у відносному від початкової вартості значеннях.

Іншими словами, волатильність є мірою невизначеності або ризику щодо величини зміни вартості цінного паперу. Високий рівень волатильності означає, що ціна цінного паперу може значно коливатися, тобто значно змінюватися протягом короткого проміжку часу в будь-якому напрямку. Низька ж волатильність свідчить про незначні цінові коливання.

Для вимірювання волантильності застосовують багато підходів. Один з найпростіших методів оцінки є різниця між цінами цінних паперів різних періодів [1]. Однак, при аналізі ризику на фінансових ринках, наприклад, при розрахунку волатильності акції, прийнято працювати не з абсолютною різницею цін, а з послідовністю відносних змін.

Тоді волантильність розраховують як: $Vol = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}}$,

де p_t – ціна цінного паперу в t-ий період часу, p_{t-1} – ціна цінного паперу в $t-1$-ий період.

Однак, ціна не завжди є достатньою характеристикою для аналізу ризику. Цінні папери з високою ціною і малою амплітудою коливань можуть бути не ліквідними, і відповідно, більш ризикованими. Тому необхідно враховувати і обсяги операцій, і швидкість їх здійснення. Крім того, коливання цін можуть спричинити певний імпульс невизначеності.

Виходячи з вище сказаного, пропонуємо використовувати при визначенні волантильності поняття імпульсу. Можливість використання поняття імпульсу з класичної механіки в економічних дослідженнях описано в [2].

Отже, імпульс цінних паперів при розрахунку волантильності становить $i = mv$, m – вартість цінних паперів, v – швидкість обігу цінних паперів.

Отже, волантильність визначається так:

$$Vol = \frac{i_t - i_{t-1}}{i_{t-1}}.$$

Розраховані волантильності цінних паперів згідно зазначеної вище формули добре узгоджуються з емпіричними даними, що підтверджує припущення про важливість врахування при оцінюванні ризику таких показників як вартість цінних паперів та швидкість їх обертання.

Література

1. Gheorghiu A., Spânulescu I. Macrostate Parameter – an Econophysics Approach for the Risk Analysis of the Stock – Exchange Market Transactions // [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://arxiv.org/pdf/0907.5600.pdf.
2. Вітлінський В.В., Маханець Л.Л., Вінничук О.Ю. Моделювання потоків інвестицій з використанням методів еконофізики // Бізнес Інформ. – № 5 (1). – 2011. – С. 48-51.

УДК 004.9

Машталир С.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
mashtalir_s@kture.kharkov.ua, г. Харьков, 61166, пр. Ленина 14, ауд. 288

МНОГОМЕРНОЕ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЕ СГЛАЖИВАНИЕ В ЗАДАЧЕ АНАЛИЗА ВИДЕОДАННЫХ

Развитие информационных технологий тесно связано с обработкой информации. За последнее время объемы обрабатываемых данных существенно возросли. Это объясняется все большим развитием сети интернет, баз данных для хранения различного рода информации. При этом если еще не так давно основной составляющей подобной информации были текстовые данные, то в последнее время все большую важность приобретают хранилища данных, связанные с мультимедийной информацией. Это и архивы музыки, и коллекции видео информации, и базы изображений. В связи с этим появляется необходимость анализа подобных данных. И если обработкой изображений исследователи занимаются уже довольно длительный период времени, то анализ остальной мультимедийной информации еще не столь хорошо изучен. При этом появился целый ряд зазач когда результаты, получаемые при анализе статических изображений, уже далеко не всегда удовлетворяют исследователей и все большее значение приобретают динамически изменяющиеся данные [1-3]. В частности, обработка видеоданных с целью обнаружения тех или иных ключевых моментов и моментов изменения сцены весьма актуальна в поисковых системах для идентификации информации при контекстном поиске [3-5]. Ведь если осуществлять поиск видео только по его названию или текстовому описанию, то можно довольно часто получать нерелевантные результаты. При этом несмотря на некоторые положительные сдвиги в решении данной задачи она все еще далека от своего окончательного решения.

Одним из подходов к решению данной задачи является представление видеоданных в виде многомерных временных рядов с дальнейшим их анализом. Для этого исходные данные представляются в виде последовательности кадров с дальнейшей их сегментацией с выделением некоторых характерных для каждого сегмента свойств. Это и дает в результате многомерный временной ряд, в котором и необходимо находить моменты изменения свойств. Математическая модель подобного представления рассмотрена в [6-8]. Для дальнейшего анализа можно использовать нейронные сети [7] или настраиваемую (VAR-) модель [8]. При этом получаемые в результате эксперимента данные свидетельствуют о том, что моменты изменения сцен довольно адекватно отслеживаются. Но как в первом так и во втором случае существуют моменты, связанные со случайными выбросами, которые могут приводить к некоторым ошибкам, особенно в случае автоматической идентификации. В связи с этим некоторый интерес представляет возможность использования экспоненциального сглаживания для подавления подобных выбросов. Следует отметить, что для этого необходимо произвести модификацию стандартного подхода к экспоненциальному сглаживанию, используемого для решения задачи прогнозирования, с тем, чтобы можно было его использовать для анализа многомерного ряда.

В результате проведенных модификаций и их экспериментальной реализации можно утверждать, что многомерное экспоненциальное сглаживание может эффективно использоваться для обнаружения изменений свойств. Сравнительные результаты между VAR моделью и экспоненциальным сглаживанием фрагмента видеоданных медицинской тематики представлены на рис. 1. На рис. 1.а представлен график полученный при помощи настраиваемой модели, а на рис. 1.б анализ, проведенный при помощи многомерного экспоненциального сглаживания.

Однако следует внимательно подходить к выборам параметров сглаживания с тем, чтобы в результате не потерять моменты кратковременного изменения сцены, таких как приведены на рисунке 1 в районе кадров 50-60 и 220-225. Уже на представленном примере

видно, что принять решение о изменении сцены становится немногим сложнее. При этом в случае долговременных изменений мы имеем более четкую ситуацию, как представлено в диапазоне кадров 260-310. Также следует отметить отсутствие случайных выбросов во всем ряду в отличие от полученного в настраиваемой модели.

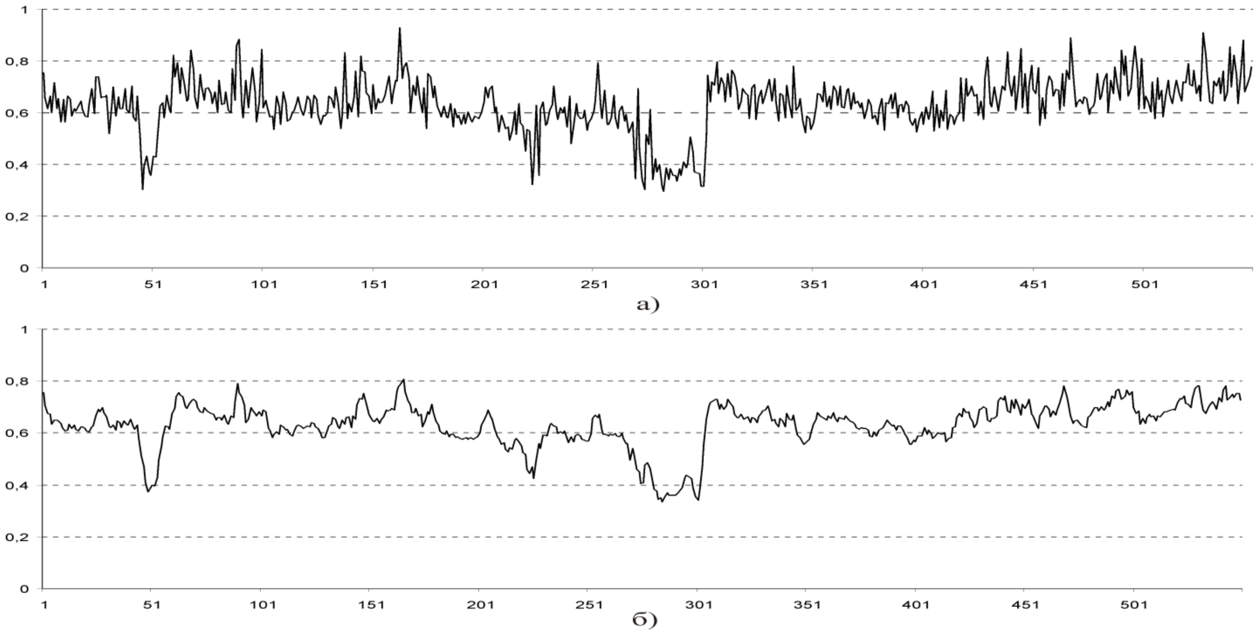


Рис. 1 Сравнительный анализ использования настраиваемой модели и многомерного экспоненциального сглаживания

Таким образом, можно подвести некоторый итог и утверждать, что использование многомерного экспоненциального сглаживания может эффективно использоваться при решении задачи обнаружения изменений в видеоданных, особенно в случае полноценной смены сцены, т.е. в случае долговременных изменений. В случае же незначительных кратковременных изменений видеоданных многомерное экспоненциальное сглаживание не столь эффективно и может привести к ошибкам идентификации моментов этих изменений.

Список литературы

1. K. Ngan, H. Li Video Segmentation and Its Applications. – N.Y.: Springer. – 2011. – 164p.
2. R. Cutler, L. Davis Robust real-time periodic motion detection, analysis, and applications // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2000. – No 22(8). – P.781–796.
3. M. Hoai, Z. Lan, F. Torre Joint Segmentation and Classification of Human Actions in Video / IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – Colorado Springs, – 2011. – P. 3265-3272.
4. R.C. Veltkamp, M. Tanase, D. Sent Features in Content-Based Image Retrieval Systems: A Survey // In: R.C. Veltkamp, H. Burkhardt and H.-P. Kriegel (eds.), State-of-the-Art in Content-Based Image and Video Retrieval. – Kluwer, 2001. – P. 97-124.
5. I. Budvytis, V. Badrinarayanan, R. Cipolla Semi-supervised video segmentation using tree structured graphical models / IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. – Colorado Springs, 2011. – P. 2257-2264.
6. С.В. Машталир, С.В. Постульга, К.С. Щербинин Поиск изменения сцен в видеоданных на базе анализа результатов сегментации // Бионика интеллекта. – 2010. – №1, (72). – С. 65–69.
7. D. Kinoshenko, S. Mashtalir, A. Stephan, V. Vinarski Neural network segmentation of video via time series analysis // International Journal «Information Theories & Applications». – 2011. – Vol. 18, No 3. – P. 232-242.
8. Ye. Bodyanskiy, D. Kinoshenko, S. Mashtalir, O. Mikhnova On-line video segmentation using methods of fault detection in multidimensional time sequences // International Journal of Electronic Commerce Studies. – 2012. – Vol. 3, No 1. – P. 1-20.

УДК 519.854

Михайлюк В.О.
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України
e-mail: mikhailyukvictor2@gmail.com

РЕОПТИМІЗАЦІЯ МОНОТОННИХ ВПОРЯДКОВАНИХ ЗАДАЧ ПРО ВИКОНУВАНІСТЬ ДЛЯ ЕКЗЕМПЛЯРІВ З ОБМЕЖЕНИМ ВХОДЖЕННЯМ ВЕРШИН

Розглянемо постановку монотонної впорядкованої задачі про виконуваність (МВЗВ)[1]. Впорядкування множини вершин $V=\{v_1,...,v_n\}$ є ін'єктивне відображення $O:V\to Z^+$ (де Z^+ – множина цілих додатних чисел). Екземпляр МВЗВ розмірності k задається, як $G=(V,E,w)$, де V – множина вершин, E – множина k- кортежів різних вершин і вагова функція $w:E\to R^+$ (де R^+ – множина додатних дійсних чисел). Вага впорядкування O задається так: $Val^O(G)=\sum_{e=(v_{i_1},...,v_{i_k})\in E} w(e)\cdot 1_{O(v_{i_1})<O(v_{i_2})<...<O(v_{i_k})}$, де $1_{O(v_{i_1})<O(v_{i_2})<...<O(v_{i_k})}$ – характеристична функція впорядкування $O(v_{i_1})<O(v_{i_2})<...<O(v_{i_k})$, тобто вона дорівнює 1, коли це впорядкування виконується і – 0, в протилежному випадку. Значення оптимального розв'язку визначається, як $Val(G)=\max_{O:V\to Z^+}\{Val^O(G)\}$. Відмітимо, МВЗМ є частинним випадком впорядкованої узагальненої задачі про виконуваність (OCSP- задачі) [2]. Опишемо реоптимізаційну версію МВЗВ при додаванні довільного k- кортежа e' (Ins-МВЗВ). Нехай $G=(V,E,w)$ – екземпляр МВЗВ, O^* – оптимальний розв'зок G (тобто таке впорядкування, де досягається $Val(G)$). Задача Ins-МВЗВ полягає в знаходженні оптимального розв'зку екземпляра $G'=(V,E',w)$ МВЗВ, де $E'=E\cup\{e'\}$ і при цьому використовується оптимальний розв'зок O^*. Надалі будемо розглядати тільки B- обмежені екземпляри МВЗВ та Ins-МВЗВ, тобто такі, в яких кожна вершина $v\in V$ зустрічається не більше, ніж в B кортежах E. Позначимо $d(G)=Val(G)/k!$.

Будемо розглядати ефективні (поліноміальні) наближені алгоритми для розв'язування оптимізаційних задач. Для максимізаційної задачі кажуть, що алгоритм є C- наближеним алгоритмом, якщо він для довільного екземпляра дає розв'язок зі значенням цільової функції не меншим, ніж $C\cdot OPT(0<C<1)$, де OPT – глобальний оптимум. При цьому C називають відношенням апроксимації. Кажуть, що для задачі Q встановлена верхня оцінка відношення апроксимації C, якщо існує поліноміальний C- наближений алгоритм для розв'язання Q. Для задачі Q встановлена нижня оцінка відношення апроксимації c, якщо для довільного $\varepsilon>0$ не існує поліноміального наближеного алгоритму для Q, на якому досягається відношення апроксимації $c+\varepsilon$. Якщо $C=c$, то для задачі Q встановлений поріг відношення апроксимації. Відповідний алгоритм називається пороговим або оптимальним (і відношення апроксимації – оптимально).

Впорядкована узагальнена задача про виконуваність (Ordering Constraint Satisfaction Problem або OCSP-задача) Λ розмірності k [2] задається платіжною функцією $P:S_k\to[0,1]$, де S_k – множина перестановок $\{1,2,...,k\}$. Екземпляр такої задачі складається з множини змінних V і множини кортежів-обмежень T, кожне з яких є впорядкований k-кортеж з V. Мета полягає в знаходженні глобального впорядкування σ множини V, яке максимізує очікуване значення платежу $E[P(\sigma_{|T})]$ для випадкового $T\in\mathrm{T}$, де $\sigma_{|T}\in S_k$ впорядкування k елементів T, індуковане глобальним впорядкуванням σ. Будемо вважати, що OCSP-задачі задаються не платіжними функціями, а предикатами $P:S_k\to\{0,1\}$, де 0 – хибність, а 1 – істина і нехай $|\Lambda|$ – число перестановок в предикаті P із значенням 1 (істина) для OCSP-

задачі Λ. Задача максимального ациклічного підграфу (Maximum Acyclic Subgraph або MAS-задача) відповідає такій простій OCSP: Λ складається з впорядкування $\{12\}$ з множини $S_2(k=2)$ [2]. OCSP-задача Λ є апроксимаційно-стійкою, якщо її поріг відношення апроксимації дорівнює $d(\Lambda) = |\Lambda| / k!$ - очікуваному значенню частини обмежень, виконаних випадковою перестановкою змінних. При $k = const$ має місце таке твердження.

Теорема 1 [2]. Для OCSP-задачі Λ, що пов'язана з предикатом $P: S_k \to \{0,1\}$ на множині k- перестановок S_k, при виконанні унікальної ігрової гіпотези (Unique Games Conjecture або UGC) існує поліноміальний оптимальний (пороговий) $d(\Lambda)$- наближений алгоритм.

Для задачі Ins-OCSP (реоптимізаційна версія OCSP-задачі, яка будується аналогічно Ins-МВЗВ) має місце такий результат.

Теорема 2 [2]. При виконанні UGC для довільної задачі Ins-OCSP (реоптимізація OCSP) існує поліноміальний наближений алгоритм з відношенням апроксимації $1/(2-d(\Lambda))$. Дане відношення апроксимації є пороговим.

Основний результат даної роботи полягає у встановленні такого факту. У роботі [1] встановлене таке твердження.

Теорема 3 [1]. Для будь-якої константи $k > 1$ для даної B- обмеженої МВЗВ $G = (V, E, w)$ розмірності k існує поліноміальний випадковий алгоритм знаходження розв'язку з вагою не меншою, ніж $Val(G)(1/k! + \Omega_k(1/B))$ (в очікуванні).

Використовуючи алгоритм з теореми 3, можна показати, що для задачі Ins-МВЗВ результат, аналогічний встановленому в теоремі 2 для задачі Ins-OCSP не має місця. Зокрема, відношення апроксимації $1/(2-d(G))$ вже не буде пороговим і його можна покращити завдяки покращенню алгоритму для МВЗВ на величину пропорційну $\Omega_k(1/B)$.

Теорема 4 . Для будь-якої константи $k > 1$ для даної B- обмеженої Ins-МВЗВ (реоптимізація B- обмеженої МВЗВ $G = (V, E, w)$ розмірності k) існує поліноміальний випадковий наближений алгоритм знаходження розв'язку з відношенням апроксимації строго більшим $1/(2-d(G))$.

Список літератури

1. Guruswami V. Approximating bounded occurrence ordering CSPs/ Venkatesan Guruswami, Yuan Zhou//Electronic Colloquium on Computational Complexity. – 2012. – Report No. 74. – 17 p.
2. Михайлюк В. А. Реоптимизация упорядоченных обобщенных задач о выполнимости/ В. А. Михайлюк//Проблемы управления и информатики. – 2012. – № 3. – С. 56 – 65.

УДК 681.876.2

Михалёв А.И.[1], Кирия Р.В.[2], Бабенко Ю.В. [1]
[1]Национальная металлургическая академия Украины
пр. Гагарина, 4, г. Днепропетровск, 49600, Украина
[2]Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, ул. Симферопольская 2а, г. Днепропетровск, 49005, Украина
e-mail: julia9389@ukr.net

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ГОРНОТРАНСПОРТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Важной проблемой автоматизированного управления конвейерными линиями горнотранспортных систем (ГТС) является обеспечение максимальной пропускной способности при минимальных энергозатратах на транспортирование горной массы в сложных эксплуатационных условиях при изменяющихся грузопотоках и простоях конвейерного оборудования. Естественный интерес представляет задача об оптимальном или квазиоптимальном распределении скоростей конвейеров, при наличии данных полученных из забоев.

Постановка задачи звучит следующим образом. Оператору конвейерной линии ГТС необходимо обеспечить максимальную пропускную способность и минимальную энергоемкость транспортирования груза за счет выбора скоростей конвейеров в конвейерной линии. При этом предполагается, что оператору известны оценки показателей надежности и параметры конвейерных лент, а также значения поступающих грузопотоков из забоев или лав [1,2]. Поскольку значение грузопотоков не является постоянным во времени, необходимо разработать алгоритм для автоматического подбора оптимальных скоростей конвейеров.

Данная задача представляет собой задачу многокритериальной оптимизации нелинейной функции многих переменных. Поскольку применение аналитических алгоритмов для её оптимизации представляется малоэффективным, то для решения поставленной задачи был выбран генетический алгоритм (ГА) [3].

Для тестирования работы ГА использовались реальные данные, полученные с конвейерной линии шахты А.Ф. Засядько. Было найдено распределение скоростей, обеспечивающее снижение энергозатрат на 30% в сравнении с распределением скоростей, которое применяется на данный момент. При этом пропускная способность конвейерной линии ГТС существенно не изменится.

Список литературы

1. Монастырский В.Ф. Методология адаптивного управления конвейерным транспортом / В.Ф. Монастырский, В.Ю. Максютенко, Р.В. Кирия // Геотехническая механика: Межвед. сб. научн. тр. / ИГТМ НАНУ. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 91. – с. 245-254.

2. Кирия Р.В. Математическая модель функционирования аккумулирующего бункера конвейерных линий угольных шахт //Системные технологии. Рег. межвуз. сб. научн. работ. – Выпуск 2 (79). – Днепропетровск, 2012. – С. 152-161.

3. Михалёв А.И., Бабенко Ю.В., Оценка работы генетического алгоритма с модифицированными операторами мутации и генерации начальной популяции //Системные технологии. Рег. межвуз. сб. научн. работ. – Выпуск 2 (79). – Днепропетровск, 2012. – С. 124-129.

УДК 519.713

Мич І.А.
Ужгородський національний університет

МІНІМІЗАЦІЯ $\tilde{\alpha}$ - МОНОТОННИХ ФУНКЦІЙ ДВОЗНАЧНОЇ ЛОГІКИ

Нехай задано деякий $\tilde{\alpha}$-канонічний поліном, утворений із змінних $X_1, X_2, ..., X_n$, який можна записати у вигляді $R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_1} \oplus R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_2} \oplus ... \oplus R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_m}$, де $m \geq 1$. Виконаємо формальну заміну символу операції сума за модулем 2 $\oplus$ на символ операції диз'юнкції $\vee$. Отримаємо деяку ДНФ $R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_1} \vee R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_2} \vee ... \vee R_{\tilde{\alpha}}^{\tilde{\beta}_m}$, яка побудована із змінних $X_1, X_2, ..., X_n$, і називається $\tilde{\alpha}$–поліноміальною ДНФ.

Очевидно, що $\tilde{\alpha}$–поліноміальна ДНФ, побудована на основі канонічного поліному булевої функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$, не завжди буде ДНФ цієї функції.

Теорема 1. *$\tilde{\alpha}$–поліномінальна ДНФ, побудована на основі $\tilde{\alpha}$–канонічного поліному булевої функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$, тоді і тільки тоді є ДНФ цієї функції, коли функція $f(X_1, X_2, ..., X_n)$ є $\tilde{\alpha}$–монотонною.*

В [1] розглянуто критерій встановлення $\tilde{\alpha}$–монотонності булевих функцій. Однією із властивостей монотонної булевої функції є те, що в скорочену ДНФ монотонної булевої функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$ кожна змінна X_i входить лише в прямому вигляді (без заперечення), тобто умова монотонності булевої функції є достатньою умовою її однорідності. Згідно теореми Квайна [2], якщо в деякій ДНФ булевої функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$ провести всі узагальнені склеювання, а після цього всі елементарні поглинання, то в результаті виконаних перетворень отримується скорочена ДНФ цієї функції. Але в $\tilde{\alpha}$–поліноміальну ДНФ кожна змінна X_i входить лише у вигляді $X_i^{\alpha_i}$, тому в $\tilde{\alpha}$–поліноміальній ДНФ виконувати узагальнені склеювання неможливо. Виконавши в $\tilde{\alpha}$–поліноміальній ДНФ $\tilde{\alpha}$–монотонної булевої функції всі елементарні поглинання отримуємо скорочену ДНФ функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$. А скорочена ДНФ $\tilde{\alpha}$–монотонної булевої функції є єдиною мінімальною ДНФ цієї функції.

Отримаємо досить простий алгоритм мінімізації $\tilde{\alpha}$–монотонних булевих функцій, який базується на використанні властивостей узагальнених кон'юнктивних перетворень.

1. Для заданої булевої функції $f(X_1, X_2, ..., X_n)$ будуємо поліном $P_{\tilde{\alpha}}(f)$, де $\tilde{\alpha}$ – один із наборів із Z_2^n, для яких функція $f(X_1, X_2, ..., X_n)$ є $\tilde{\alpha}$ – монотонною.
2. За поліномом $P_{\tilde{\alpha}}(f)$ будуємо $\tilde{\alpha}$–поліноміальну ДНФ.
3. У побудованій ДНФ виконуємо всі елементарні поглинання.

Література

1. Мич І.А. Модифікований критерій $\tilde{\alpha}$–монотонності бульових функцій. // Наук. вісник Ужгород. ун-ту. Серія матем. –1999. – Вип. 4. – С.118-119.
2. Бардачов Ю.М., Соколова Н.А., Ходаков В.Є. Дискретна математика. – К. – Вища шк.., 2008. – 383 с.

УДК 519.87; 535.345.67

Міца О.В.[1], Матяшовська Б.О.[2], Шумило Н.Я.[2]

[1]Ужгородський національний університет, [2]Закарпатський державний університет

e-mail: amitsa@i.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНО-, ДВО-, ТРИ- ТА ЧОТИРИШАРОВИХ ОДНОРІДНИХ ОПТИЧНИХ СТРУКТУР ДО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОХИБОК ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО

Проведено дослідження чутливості спектральних характеристик до технологічних похибок одно-, дво-, три- та чотиришарових однорідних оптичних структур, отриманих в роботах [1-2] за допомогою методу Монте-Карло. Дана робота є продовженням дослідження впливу технологічних похибок на спектральні характеристики різних складних інтерференційних фільтрів [3-4].

Розглянемо стійкість спектральних характеристик одно-, дво-, три-, чотиришарових однорідних структур до можливих технологічних похибок (див. рис.). Діапазон розсіювання для можливих варіацій показника заломлення від декілька сотень до тисячі разів більший,

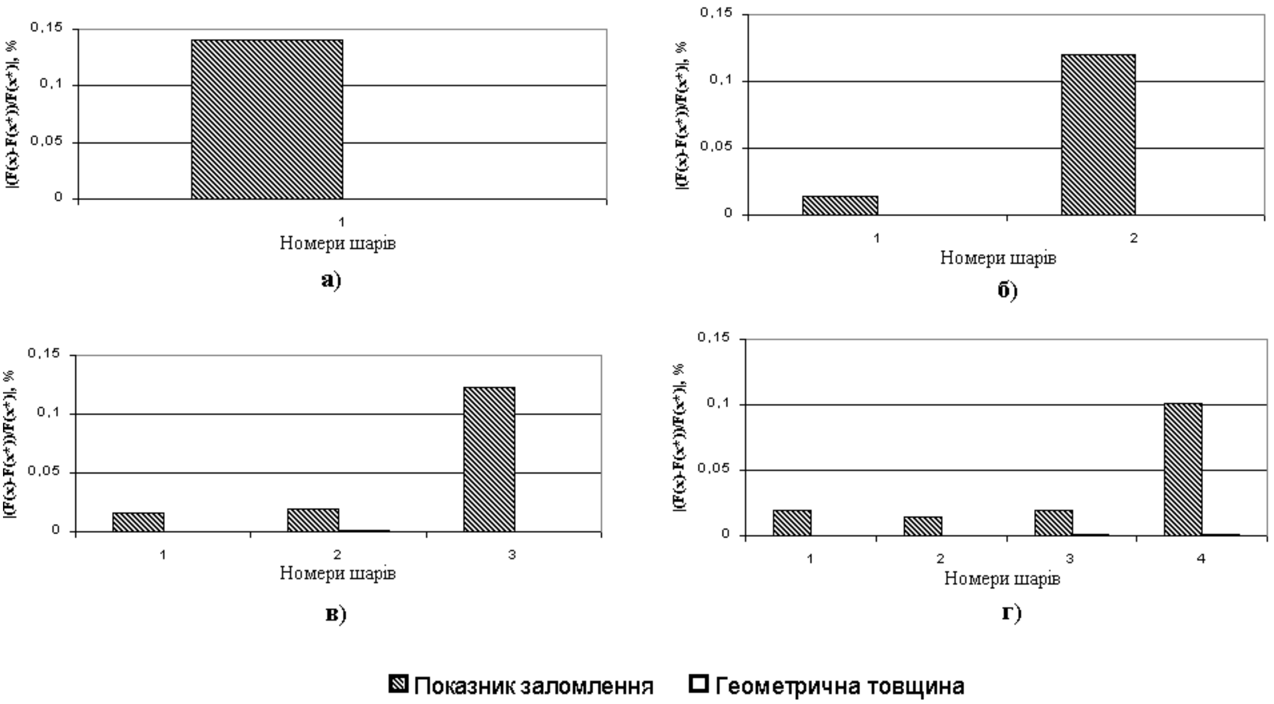


Рис. Діаграма розсіювання цільової функції при просвітленні низькозаломлюючої підкладинки із показником заломлення n_s=1.51 однорідними структурами, побудована за результатами аналізу методом Монте-Карло: а) 1-шарова структура; б) 2-шарова структура; в) 3-шарова структура; г) 4-шарова структура.

ніж для можливих варіацій геометричної товщини. Тому на рисунках часто стовпчика, який показує діапазон розсіювання для геометричної товщини не видно.

Найбільше впливає на стійкість спектральних характеристик можливі зміни показника заломлення верхнього шару. При збільшенні кількості шарів діапазон розсіювання для нього зменшується. Так, для одношарової структури діапазон розсіювання становить 0.14%, для дво- і тришарових – 0.12%, а для чотиришарової – 0.10%.

Література

1. Міца О.В., Головач Й.Г. Синтез одно-, дво- та тришарових структур та аналіз ефективності методів багатовимірного пошуку // Радіоелектроніка та інформатика. – Харків. – 2003. – Вип. 1. – С. 105–109.

2. Міца О.В. Синтез чотиришарових структур та аналіз ефективності методів багатовимірного пошуку // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. – Сер. матем. – 2002. – Вип. 150. – С. 63–68.
3. Міца О.В., Матяшовська Б.О., Шумило Н.Я. Дослідження чутливості спектральних характеристик до технологічних похибок за допомогою методу монте-карло на прикладі відрізаючих інтерференційних фільтрів типу S-BHB...BHB // Міжнародна школа-семінар "Теорія прийняття рішень". – Ужгород, 2008. – С. 89.
4. Міца О.В., Матяшовська Б.О., Шумило Н.Я. Дослідження чутливості спектральних характеристик широкосмугових інтерференційних фільтрів типу S-2BH2B...2BH2B до технологічних похибок за допомогою методу Монте-Карло // Міжнародна школа-семінар "Теорія прийняття рішень". – Ужгород, 2010. – С. 154-155.

УДК 519.82

Мулеса П.П., Гавриль М.Ф.
Ужгородський національний університет

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МЕДИЧНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ

Як відомо, експертна система - це інтелектуальна система, що застосовується в деякій, зазвичай вузькій прикладній області. В наш час експертні системи використовуються для вирішення різних типів задач (інтерпретація, прогноз, діагностика, планування, конструювання, контроль, інструктаж, управління) в самих різноманітних проблемних областях, таких, як фінанси, нафтова і газова промисловість, енергетика, транспорт, медицина, фармацевтичне виробництво тощо. Нами було запропоновано експертну систему, яка б дала змогу діагностувати різноманітні хвороби, застосовуючи при цьому метод багатокритеріального вибору альтернатив на основі нечіткого відношення переваги.

В загальному випадку, розроблене програмне забезпечення дає можливість діагностувати різну кількість хвороб, використовуючи попарне порівняння. Для аналізу роботи програмної системи ми обрали три хвороби, які часто зустрічаються у практиці сімейного лікаря, а саме: діабет, грип і атеросклероз. У ролі експертів було залучено лікарів кафедри терапії та сімейної медицини Ужгородського національного університету, які допомогли відібрати найбільш характерні симптоми для даних захворювань, а також попарно оцінити їх вагомість при діагностуванні. Всього було вибрано 13 основних симптомів, при чому деякі з них були характерні для кількох хвороб одночасно. Кожен з експертів також надав по 18 анкетних даних пацієнтів. Усього було опитано 4 лікарів і заповнено, відповідно, 72 анкети хворих.

На першому етапі програмна система дає можливість ввести кількість та назву хвороб, які можна буде діагностувати. Наступний етап – це введення найхарактерніших симптомів даних захворювань. Далі, порівнюючи ці симптоми (на основі даних, отриманих від експертів), система будує матрицю відношень для кожного з критеріїв. Після етапу збору інформації від користувача, експертна система за допомогою методу багатокритеріального вибору альтернатив на основі нечіткого відношення переваги, знаходить найімовірнісніше захворювання.

Результати роботи даної експертної системи було перевірено шляхом порівняння програмної діагностики хворих, діагнози яких були наперед відомі. У більш ніж 90% вона вдало діагностувала захворювання (65 пацієнтів із 72), але майже 8% діагнозів все ж були хибними, тому необхідним є продовження вдосконалення даної системи, адже від своєчасного правильного діагностування залежить найцінніше – життя людини. Також планується розширити обсяг досліджень, збільшивши кількість розглянутих діагнозів та анкет пацієнтів.

Література

1. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій – Київ, «Віпол»,2000, с.538
2. Маляр М.М., Мулеса П.П. Збір експертної інформації для медичних систем діагностування. Праці V міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2010, с.147.
3. Мулеса П.П., Мулеса П.М. Розробка та використання систем діагностування в медицині.– Праці IV міжнародної школи-семінару «Теорія прийняття рішень». – Ужгород, УжНУ, 2008, с.124.

Мулеса (Швалагін) О.Ю.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
mulesa.oksana@gmail.com

ОДИН ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ КЛАСИФІКАЦІЇ

Задача віднесення об'єкта з сукупності до певної групи розглядається в ряді наукових праць [1]. Авторами такі класи задач частіше за все відносяться до задач класифікації та розв'язуються, як правило, методами розпізнавання образів.

Загалом задача розпізнавання образів зводиться до оцінки відносних шансів на те, що початкові дані відповідають якомусь з відомих класів, який в свою чергу визначається минулим досвідом та апріорною (початковою) інформацією [1]. Таким чином, задачу розпізнавання образів розглядають як задачу визначення відмінностей між початковими даними, в якій здійснюється порівняння не з кожним елементом зокрема, а з сукупностями таких елементів.

Як правило, алгоритми розпізнавання образів базуються на використанні навчальної вибірки, тобто потребують повного і чіткого описання властивостей представників виділеного класу, групи, множини. Але, дуже часто виникають задачі в яких неможливо виділити навчальну вибірку. Це може бути як наслідком складності виділення самих ознак членів класу, так і наслідком специфіки поставленої прикладної задачі. У цьому випадку виникає необхідність застосування інших алгоритмів, які б виділяли представників класу не з використанням навчальних вибірок, а із застосуванням якого-небудь іншого доступного апарату.

Автором пропонується підхід до розв'язаня задач класифікації, коли визначення навчальної вибірки є неможливим або тягне за собою залучення надмірних ресурсів (фінансових, технічних тощо). В запропонованому підході розроблено схему алгоритму рішення задачі класифікації без застосування навчальної вибірки. Алгоритм базується на введені міри належності об'єктів групі, що розглядається.

Тобто, нехай дано множину об‘єктів $O = \{O_1, O_2, \ldots, O_n\}$. Необхідно оцінити кількість об‘єктів з заданої множини, які належать деякій групі G. Задамо на множині об‘єктів нечітку множину належності до групи G. Позначимо через $\mu_\Omega(\mathrm{O_j})$ - міру належності об‘єкта O_j групі G, тобто $\Omega = \{(O_j, \mu_\Omega(O_j))\}$ [3].

Будемо вважати, що об‘єкт O_j належить групі G з певною степеню належності, якщо його міра належності $\mu_\Omega(\mathrm{O_j})$ більша за деякий наперед визначений допуск. Тобто $O_j \overset{\mu_j}{\in} G$, якщо $\mu_\Omega(\mathrm{O_j}) > \Delta$. І навпаки, об‘єкт не належить до групи G, якщо його міра належності не перевищує вказаний допуск. Тобто, $O_j \notin G$, якщо $\mu_\Omega(\mathrm{O_j}) \le \Delta$.

Міра належності об'єкта до групи може бути обчислена за допомогою запропонованої схеми, в якій застосовується апарат нечітких множин та схеми послідовного аналізу варіантів [2 ,3].

Список літератури

1. Дж. Ту, Р.Гонсалес. Принципы распознавания образов. - М.: "Мир", 1978. – 412 с.
2. Волошин О., Маляр М., Швалагін О. Процедури послідовного аналізу відсіювання варіантів в комбінаторних оптимізаційних задачах з нечіткими функціоналами //Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Серія: кібернетика, випуск 10. – Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». – 2010. – с. 4-7.
3. Н.Маляр, О.Швалагин. Нечеткие процедуры последовательного анализа вариантов в комбинаторных задачах и их применение. // Information technologies & knowledge, International Journal, Number 1, Volume 6, ITHEA, 2012, P. 81-87.

УДК 519.86+519.688

Назарага І. М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСНОВНИХ МАКРОПОКАЗНИКІВ ВІТЧИЗНЯНОЇ ЕКОНОМІКИ

У доповіді розглянуто прикладні аспекти створення і функціонування системи підтримки прийняття рішень (СППР), призначеної для прогнозування основних макроекономічних показників вітчизняної економіки. Зазначена СППР базується на використанні комплексної математичної моделі економічних процесів в Україні [1, 2] і є розвитком моделі «Альфа» [3]. У рамках класичного підходу до побудови таких систем [4, 5], розглянуто основні функціональні складові розробленої СППР, зокрема підсистеми керування базами даних та моделей.

Створену СППР (рис. 1) реалізовано у вигляді програмного комплексу з використанням інтегрованого середовища розробки Borland Delphi та системи керування базами даних Microsoft SQL Server.

Основні етапи роботи розробленої СППР:

− введення та збереження вхідних даних в базі даних макроекономічних показників;

− передача табличних даних з бази даних у розроблений програмний додаток;

− введення керуючих змінних і параметрів у блоці ідентифікації параметрів;

− ідентифікація параметрів моделі у блоці ідентифікації та їх передача у блок розрахунків;

− введення керуючих змінних і параметрів у блоці розрахунків згідно із обраним сценарієм;

− обчислення прогнозних значень макроекономічних показників;

− обчислення показників точності.

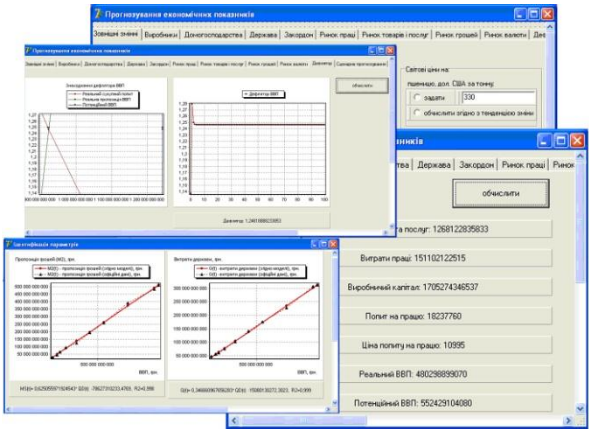


Рис. 1. СППР для прогнозування основних макропоказників економіки України

Порівняння результатів розрахунків із наявними статистичними даними свідчить про ефективність розробленої СППР для обчислення основних макроекономічних показників економіки України та демонструє її конкурентоспроможність.

Використання розробленої СППР надає можливість аналізувати наслідки прийняття управлінських рішень у прогнозному періоді і, таким чином, дозволяє підвищити ефективність управління.

1. Донченко В.С. Програмне забезпечення для прогнозування основних макроекономічних показників економіки України / В.С. Донченко, І.М. Назарага // Вісник КНУ імені Тараса Шевченка. Серія: фіз.-мат. науки. - 2010. - № 4. - С. 118–123.
2. Назарага І.М. Математичні моделі та програмне забезпечення для прогнозування основних макроекономічних показників економіки України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 01.05.02 „Математичне моделювання та обчислювальні методи” / І. М. Назарага; Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. – К.: “Карат Лтд”, 2011. – 24 с.
3. Харазішвілі Ю.М. Теоретичні основи системного моделювання соціально-економічного розвитку України: Моногр. / Ю.М. Харазішвілі – К.: ПоліграфКонсалтинг, 2007. – 324 с.
4. Бідюк П.І. Проектування комп'ютерних інформаційних систем підтримки прийняття рішень / П.І. Бідюк, Л.О. Коршевнюк. -К.: ННК "ІПСА" НТУУ КПІ, 2010. – 340 с.
5. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. / В.Ф. Ситник - К.: КНЕУ, 2004. – 614 с.

В.В. Ніколенко, В.В. Ніколенко
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ПРОГНОЗУВАННЯ В ДЕЯКИХ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧАХ

На відміну від задач торгівлі, які зводяться до прогнозування точок покупки і продажу [1-3] в задачах, які моделюють роботу фірм з виробничими потужностями необхідно розробити алгоритми, що виконують прогнозування на декількох динамічних рядах. Такими рядами можуть бути ціни на сировину, пакувальні матеріали, робочу силу, кредитні ресурси та вироблену продукцію.

Постановка і розв’язок цих задач дає можливість оптимізувати діяльність фірми, збільшити прибуток при одночасному скороченні товарно-матеріальних запасів та операційних витрат.

Розглядається модель фірми, яка закуповує оптом сировину, фасує в тару і фасовану продукцію реалізує на ринку. Роботу фірми розглянемо на часовому інтервалі $t_i \in [1, n]$. Оптова ціна сировини в i-ій точці $\psi_1(t_i)$, об’єм закупки $f_1(t_i)$; $f_2(t_i)$ - кількість пакувальної продукції по ціні $\psi_2(t_i)$; $f_3(t_i)$ - об’єм упакованої продукції з операційними витратами $\psi_3(t_i)$; $f(t_i)$ - об’єм реалізованої продукції по ціні $\psi(t_i)$.

Прибуток фірми: $P(t) = R(t) - W(t)$, де $R(t) = \sum_{i=1}^{n} f(t_i) \cdot \psi(t_i)$ - валова виручка, (1) $W(t) = \sum_{j=1}^{3} \sum_{i=1}^{n} f_j(t_i) \cdot \psi_j(t_i)$ - виробничі витрати. Якщо $P(t) > 0$, то фірма має прибуток, якщо ж $P(t) < 0$, то фірма має збиток.

Фірма являється самодостатньою, якщо $\forall i$

$$G(t_i) \geq \sum_{j=1}^{3} f_j(t_i) \cdot \psi_j(t_i) \quad (2),$$

де $G(t_i)$ - ліквідні запаси фірми. Якщо в якійсь точці t_i умова (1) не виконується, то необхідно залучити кредити

$$K(t_i) = G(t_i) - \sum_{j=1}^{3} f_j(t_i) \cdot \psi_j(t_i) \quad (3).$$

Прибуток фірми в цьому випадку:

$$P(t) = R(t) - W(t) - K(t) \quad (4).$$

В розглянутій моделі приведено декілька рядів. Формули $(1)-(4)$ є прикладами згорток і при прогнозуванні $R(t), W(t), K(t), P(t)$ можна використати прогнози рядів, які входять до складу цих формул.

Література

1. Берзлев О.Ю., Маляр М.М., Ніколенко В.В. Багаторівневі адаптивні моделі у задачах передбачування // Наук. Вісник Ужгород. ун-ту. Серія матем. і інформатика. − 2009. − Вип. 19. − с.4-10.
2. Берзлев О. Ю., Маляр М.М., Ніколенко В.В. Оцінка якості прогнозування у багаторівневих алгоритмах прийняття рішень // І Міжнародна науково-технічна конференція «Обчислювальний інтелект». − Черкаси. − 2011. −с.84-85.
3. Зварич Б.П., Ніколенко В.В. Багаторівневі алгоритми прогнозування // VI Міжнародна школа-семінар «Теорія прийняття рішень». − Ужгород. − 2012.

УДК: 338.27:004.942:336.748.12

Новікова В.В.
Білоцерківський національний аграрний університет
e-mail: novikova.v@i.ua

МОДЕЛІ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО ДЕРЕВА РІШЕНЬ

У доповіді розглядається актуальна наукова, економічна та макрофінансова проблема прогнозування інфляційних процесів. Процес аналізу і прогнозування інфляції можна представляти як процес прийняття управлінських рішень з точки зору вибору найкращої (найефективнішої) альтернативи чи варіанту розвитку економічної системи (держави). У цьому випадку він являє собою аналіз усіх факторів впливу на економічний результат роботи системи, їх взаємодії між собою, зовнішнім середовищем тощо. Оскільки оцінки взаємовпливу факторів визначаються експертними процедурами і носять неточний, нечіткий характер доцільно застосовувати теорію нечітких множин і відповідно нечітке дерево рішень для вирішення поставленої в роботі мети [1].

Сформовано модель впливу факторів на показник інфляції на основі використання експертних висновків, що оцінені через метод ваг [2]. Запропоновано для прогнозування інфляції використати дерево рішень, що містить шість під моделей (піддерев):

1) модель залежності рівня економічного сприяння в Україні від рівня внутрішніх економічних індексів;
2) модель залежності рівня економіко-статистичних параметрів від рівня макроекономічних показників;
3) модель залежності рівня виробничих параметрів від рівня економічного зростання;
4) модель залежності «рівня» політичного сприяння від рівня політичного стану;
5) модель соціально-демографічного стану в Україні;
6) модель залежності фінансового розвитку в Україні від рівня внутрішніх і зовнішніх фінансових індикаторів;

Метод дерева рішень є одним з основним методів багатофакторного аналізу, однак його застосування обмежується «прокляттям розмірності» [3]. В доповіді пропонуються алгоритми обробки дерева рішень, що базується на схемах послідовного аналізу варіантів [4] і є модифікацією відомих алгоритмів Дейкстри, Флойда–Уоршелла, критичного шляху [3].

Запропоновані алгоритми програмно реалізовані, створено програмно-технічний комплекс у вигляді системи підтримки прийняття рішень, який застосовувався для прогнозування рівня інфляції на реальних даних і показав високу точність прогнозу [5].

Розроблена система підтримки прийняття рішень може використовуватись для аналізу та прогнозу інших макроекономічних параметрів.

Література

1. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации.- Москва: «Наука», 1981.-208с.
2. Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі і методи прийняття рішень: Навчальний посібник.-Київ, ВПЦ «Київський університет»,2010.-336с.Волошин О. Ф.
3. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: Современный подход.- Москва: Издательский дом «Вильямс», 2005.-1408с.
4. Волошин А.Ф. Метод локализации области оптимума в задачах математического программирования // Доклады АН СССР, Т.293, №3, 1987.
5. Проблемы прогнозирования экономических макропараметров / А. Ф. Волошин, В. В. Сатыр // Труды конференции «KDS-2007». – 2007 – № 1. – С. 264-269.

УДК 519.5:681:513

Павлов А.А., Штанькевич А.С.
НТУУ «Киевский политехнический институт»
alexey.shtankevich@gmail.com

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛОХО СОГЛАСОВАННЫХ И ОГРАНИЧЕННЫХ ЭКСПЕРТНЫХ СУЖДЕНИЯХ

Среди множества методов поддержки принятия решения одним из наиболее известных и признанных является метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати [1, 2]. Это метод иерархической декомпозиции для решения сложных задач многокритериального выбора. Однако в реальной жизни многие проблемы принятия решений невозможно представить иерархическими структурами, так как в них существуют зависимости и взаимодействия между элементами разных уровней иерархии. Попытка пренебречь подобными связями часто приводит к построению неточной модели принятия решений, и, впоследствии, к неэффективному решению. Метод аналитических сетей (МАС) [3] является обобщением МАИ для случая наличия обратных связей и неиерархических зависимостей в системе принятия решений. МАС в общем случае применятся в задачах поиска доминирования влияния среди нескольких участников или альтернатив по некоторому критерию или атрибуту, а также среди нескольких критериев по критерию более высокого уровня.

Ключевой проблемой в применении МАС и МАИ является обоснованное нахождение весов альтернатив по матрицам парных сравнений, заполненных экспертами. В МАС на этапе заполнения «суперматрицы» [3] предлагается вычислять приоритеты элементов по матрицам парных сравнений методом собственного вектора. Чаще всего на практике используются численные методы его приближенного вычисления [1-3], такие, как метод среднего геометрического, нормировки по столбцам и усреднения по строкам (самое грубое приближение), а также метод возведения в степень.

В работах [4-8] было показано, что для нахождения приоритетов можно успешно использовать альтернативные оптимизационные модели, которые особенно эффективны при наличии дополнительной информации о виде распределения ошибок экспертов в парных сравнениях [6]. В работе [9] приведен пример использования МАС для ранжирования по приоритету проектов разработки программного обеспечения с применением моделей оптимизации из [4-8]. Данные модели показали результат лучше в сравнении с классическим методом при высоком уровне ошибок в предпочтениях экспертов и плохой согласованности матриц. При использовании классического подхода существенные ошибки в полученных значениях весов, накладываясь при вычислении граничной «суперматрицы», привели к менее точному результирующему ранжированию проектов.

В случае необходимости сравнения большого числа альтернатив на практике возникает следующая проблема: эксперт не может анализировать одновременно больше 7-9 объектов. Это в первую очередь связано с психофизиологическими возможностями человека, особенностями процесса мышления. Одним из возможных способов преодоления этой проблемы при сравнении большого числа альтернатив может быть следующий: объекты подаются для анализа эксперту блоками небольшого размера (по 7–9 альтернатив). При этом для восстановления весов не обязательно иметь все сравнения альтернатив, матрица парных сравнений может быть заполнена частично (при условии сохранения свойства неразложимости матрицы). Подробно схема неполного заполнения матрицы парных сравнений большой размерности и дальнейшего восстановления весов описана в [11].

Проведенные эксперименты показали высокую эффективность [8, 10] оптимизационных моделей, предложенных в [4-8], для поиска весов в МАС в условиях плохой согласованности матриц парных сравнений в сравнении с классическим методом собственного вектора. При моделировании эмпирическая матрица парных сравнений генерировалась из идеальной путем наложения на её элементы параметрического вероятностного «шума», также согласно схеме частичного заполнения [11] некоторые

элементы матрицы случайным образом задавались нулями (с сохранением свойства неразложимости матрицы). Достаточно точные значения весов статистически часто восстанавливаются при частично заполненной плохо согласованной матрице (заполнено 50% элементов матрицы, распределение «шума» равномерное в заданном интервале [11]).

Все предложенные альтернативные методы восстановления значений приоритетов (или порядка их ранжирования [7]) совместно со схемой частичного заполнения больших матриц парных сравнений позволяют эффективнее применять МАС и МАИ в сложных иерархических и сетевых задачах принятия решений.

Литература

1. Saaty T.L. Multycriteric Decision Making. The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill International. – New York, 1980. Translated to Russian, Portuguese, and Chinese. Revised edition, Paperback. - Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1990,1996.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Tomas Saaty. The Analytic Hierarchy Process. –Пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. - М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.
3. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ. / Науч. Ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.
4. Павлов А.А., Лищук Е.И., Кут В.И. Математические модели оптимизации для обоснования и нахождения весов в методе парных сравнений. Системні дослідження та інформаційні технології 2007р. №2.
5. Павлов А.А, Лищук Е.И., Кут В.И. Многокритериальный выбор в задаче обработки данных матрицы парных сравнений. Вісник НТУУ „КПІ” Інформатика, управління та обчислювальна техніка, Київ 2007р. №46.
6. Павлов А.А., Кут В.И., Штанькевич А.С. Нахождение весов по матрице парных сравнений с односторонними ограничениями. / Вісник НТУУ “КПІ”. Інформатика, управління та обчислювальна техніка. К.: “ВЕК+”, 2008.– №48.– 8 с.
7. Згуровский М.З., Павлов А.А., Штанькевич А.С. Модифицированный метод анализа иерархий. / Системні дослідження та інформаційні технології. Київ: НТУУ «КПІ». – 2010.– №1.– С. 7-25.
8. Згуровский М.З., Павлов А.А., Принятие решений в сетевых системах с ограниченными ресурсами: монография. - К.: Изд-во "Наукова думка" НАН Украины, 2010. - 576 с.
9. Павлов А.А., Штанькевич А.С. Эффективное применение метода аналитических сетей для принятия решений при плохо согласованных и ограниченных экспертных суждениях. Журнал «Проблеми інформаційних технологій». – № 2. – Херсон, 2012. – С. 8-28.
10. Павлов А.А., Штанькевич А.С., Иванова А.А., Логинов М.И., Кут В.И. Система моделирования оптимизационных методов нахождения весов объектов в задаче многокритериального выбора по матрицам парных сравнений. // Межведомственный научно-технический сборник "Адаптивные системы автоматического управления" ("АСАУ"), 2008.– №32.– С. 104-111.
11. Штанькевич О.С. Багатокритеріальний вибір в умовах неповноти та поганої узгодженості експертних оцінок. // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте ‘2012». – Выпуск 2. Том 1. – Одесса, 2012. –ЦИТ: 212-331 – С. 50-59.

УДК 519.87; 535.345.67

Пецко В.В., Міца О.В., Головач Й.Г.
Ужгородський національний університет
e-mail: kiber.v@mail.ru, amitsa@i.ua

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ОПТИЧНИХ ФІЛЬТРІВ В СЕРЕДОВИЩІ ІНТЕРНЕТ

Задача розрахунку характеристик інтерференційного покриття базується на розв'язанні стаціонарного хвильового рівняння в наближенні плоских хвиль. До нашого часу розроблено велику кількість обчислювальних схем, які використовуються для розрахунку оптичних покрить. Найбільш поширеним, мабуть, є підхід, який базується на обчисленні тангенціальних складових векторів напруженості електричного і магнітного полів послідовно на всіх границях шарів, утворюючих покриття. Введення матричної форми запису рівнянь, зв'язуючих амплітуди полів на сусідніх границях, дозволило в компактній формі досить послідовно врахувати інтерференційні ефекти у шаруватих структурах всіх типів [1]. Саме такий принцип було закладено в розроблений на мовах програмування PHP та Java сайт http://matinfo.16mb.com, який можна використовувати для моделювання структури оптичних фільтрів в середовищі Інтернет. Окремим пунктом стоїть можливість обчислювати спектральні характеристики двокомпонентних оптичних структур з чергуючимися шарами. Даний варіант оптичних фільтрів є досить поширеним в промисловості.

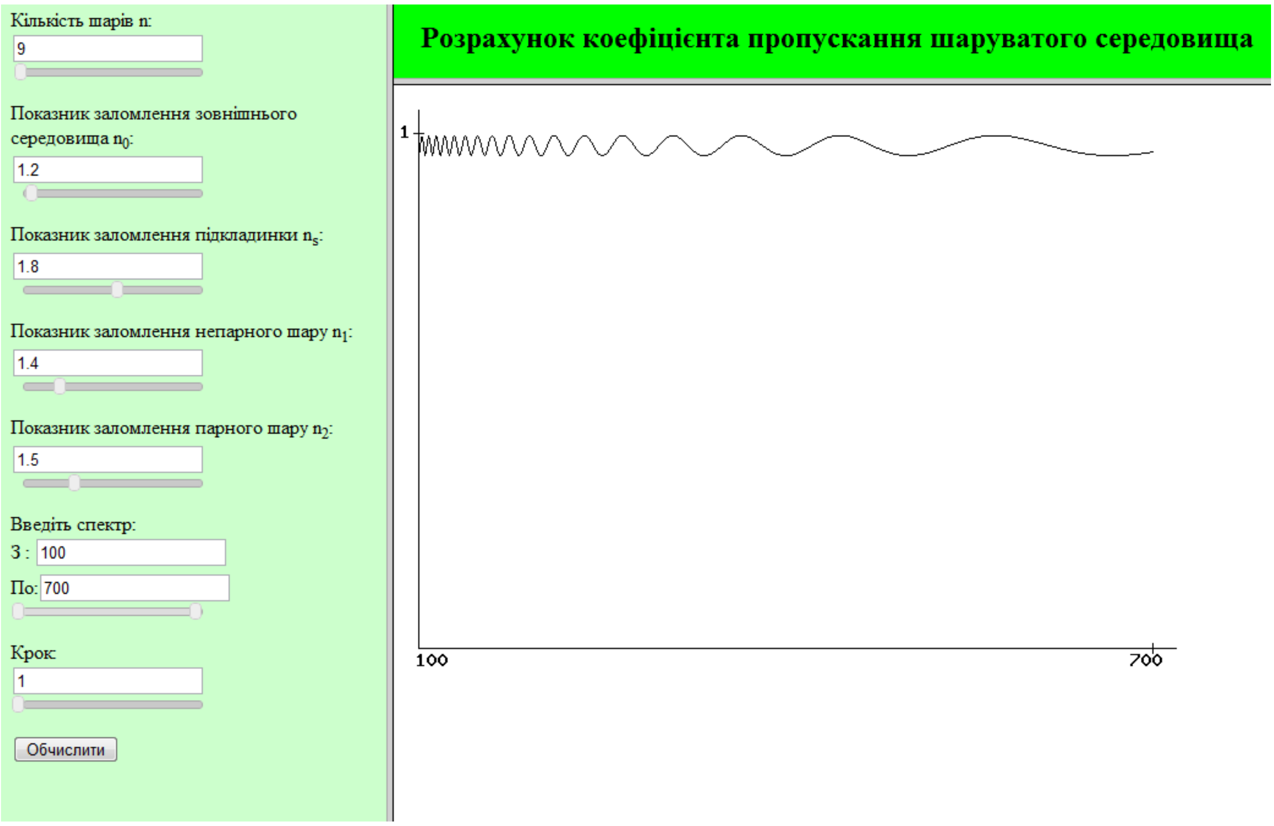


Рис. Одна із сторінок розробленого WEB-сайту

Література

1. Furman Sh., Tikhonravov A.V. Basics of optics of multiplayer systems. – Editions Frontiers, Gif-sur Yvette, 1992. – 242 p.

УДК 519.85

Пичугина О.С., Яковлев С.В.
Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка,
Харьковский национальный университет внутренних дел
pichugina_os@mail.ru, svsyak@mail.ru

ПОЛИЭДРАЛЬНО–СФЕРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ НЕКОТОРЫХ КЛАССОВ ЗАДАЧ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Предлагается общая схема методов решения оптимизационных задач комбинаторной природы, особенностью которых есть представление комбинаторного множества как пересечение комбинаторного многогранника и гиперсферы в арифметическом евклидовом пространстве. В основу методов положены алгебро-топологические свойства евклидовых комбинаторных множеств и заданных на них функций [1,2].

Рассмотрим задачу оптимизации выпуклой функции $f(x)$ на конечном множестве точек $M=\{m_i\}_{i=\overline{1,N}}\subset R^n$, удовлетворяющем условию $M=P\cap S_r(a)$, где $S_r(a)-$ гиперсфера радиуса r с центром в точке $a\in R^n$, $M=\mathrm{vert}(P)$, $P=\mathrm{conv}(M)$, т.е.

$$f(x)\underset{x\in M\subset S_r(a)\subset R^n}{\rightarrow}\min. \tag{1}$$

Таким образом, решение дискретной оптимизационной задачи (1) может быть сведено к решению непрерывной задачи оптимизации $f(x)$ на пересечении двух континуальных множеств – выпуклого множества P и сферы $S_r(a)$:

$$f(x)\underset{x\in P\cap S_r(a)\subset R^n}{\rightarrow}\min. \tag{2}$$

Особенности задачи (2) позволяют при ее решении комбинировать два типа релаксаций. Релаксацию первого типа имеем при исключении условия принадлежности сфере и решении выпуклой задачи на многограннике:

$$f(x)\underset{x\in P\subset R^n}{\rightarrow}\min. \tag{3}$$

Если решение задачи (3) есть внутренняя точка многогранника, т.е. $x^*\in \mathrm{int}\ P=P^0$, то величина $z^*=f(x^*)$ служит начальной нижней оценкой для функции $f(x)$, обозначаемой z'.

Для формирования $\bar{z}$ – верхней оценки $f(x)$ предлагается решать вспомогательную задачу поиска ближайшей точки $y\in M$ к данной точке $x\in R^n$, т.е.

$$\min_{y\in M}\|x-y\|_2=\|x-y'\|_2,\ y'=\arg\min_{y\in M}\|x-y\|_2. \tag{4}$$

Начальную оценку $\bar{z}$ получаем как решение задачи

$$\bar{z}=f(y^*),\ y^*=\arg\min_{y\in M}\|x^*-y\|_2. \tag{5}$$

Релаксация второго типа состоит в исключении условия принадлежности многограннику P и решении задачи оптимизации на гиперсфере:

$$f(x)\underset{x\in S_r(a)\subset R^n}{\rightarrow}\min. \tag{6}$$

Заметим, что для широкого класса функций существуют аналитические методы определения множества локальных минимумов $\{z^i\}_i=\{f(x^i)\}_i$, а соответственно и решение задачи (6) следующее:

$$z^0=\min_i z^i,\ x^0=\arg z^0. \tag{7}$$

Поскольку справедливо условие $z^*\le z^0$, то нижняя оценка может быть уточнена как $z'\ge z^0$.

Верхняя оценка также уточняется в результате решения задачи (4) для точки x^0

$$\bar{z} \le f(y^0),\ y^0 = \arg\min_{y \in M} \left\| x^0 - y \right\|_2 \quad , \tag{8}$$

либо для всех точек или подмножества

$$X = \left\{ x^i \right\}_i . \tag{9}$$

Если решение исходной задачи (1) не найдено, т.е. $x^0 \notin M$, то добавляется правильное отсечение по гиперграни Q многогранника, ближайшей к x^* в направлении x^0 [3] (далее ЛФО – лучшее фасетное отсечение). Таким образом, исходная задача разбивается на две, одна из которых – задача оптимизации на данной гиперграни, вторая – на неотсеченной части комбинаторного множества. При этом первая подзадача – задача типа исходной задачи (1), но в пространстве R^{n-1}, поскольку ищется минимум выпуклой функции на вершинно расположенном конечном множестве точек M, лежащих на Q, вписанном в сферу $S_{r'}(a') \subset R^{n-1}$.

Упорядочиваем точки локальных минимумов X вида (9) на гиперсфере в порядке неубывания целевой функции. Рассматриваем по очереди каждую из них, строим ЛФО, при этом из двух вышеуказанных подзадач каждый раз решаем первую и так действуем далее, переходя поэтапно на грани меньшей размерности и находя на соответствующих сферах, описывающих вершинно расположенные множества точек на этих гранях, глобальные экстремумы по множествам точек локальных минимумов (см. (7)).

В ходе этого процесса на каждом уровне, т.е. при каждом понижении размерности, формируется множество допустимых решений исходной задачи из ближайших точек M ко всем или к части сформированных точек локальных минимумов. Целесообразно в этих точках проверять на достижимость локального минимума. В противном случае, следует осуществлять спуск по смежным вершинам в новые точки локальных минимумов.

Отметим также, что при просмотре единой ветви, соответствующей множеству глобальных минимумов на сферах разной размерности, имеем жадный (greedy) алгоритм; если просмотр ведется по всем веткам, соответствующим первоначальному множеству точек локальных минимумов (9), а в каждой ветке используется жадный алгоритм, имеем в целом алгоритм повторяемого локального поиска (iterated local search); если просматривается все дерево решений как было указано выше, получаем точное решение.

Описанный подход ранее был реализован при оптимизации квадратичной функции на евклидовом комбинаторном множестве [3]. При этом решение вспомогательной задачи (6) формировалось в результате определения собственных векторов матрицы квадратичной формы, а решение квадратичных задач (3), (4) было сведено к оптимизации линейной функции, а она, в свою очередь, – к упорядочиванию коэффициентов линейной формы.

Перспективным является обобщение результатов [3] на новые классы функций и другие классы вершинно расположенных евклидовых комбинаторных множеств, среди которых укажем множества размещений, сочетаний, а также соответствующие полимножества – полиразмещения и полисочетания.

1 Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – К. : Наук. думка, 1986. – 268 с.

2 Математичні методи оптимізації та інтелектуальні комп’ютерні технології моделювання складних процесів і систем з урахуванням просторових форм об'єктів/ Грицик В.В., Шевченко А.І., Кісельова О.М., Яковлев С.В. – Донецьк: ІПІІ "Наука і освіта", 2011. – 480с.

3 Стоян Ю.Г., Яковлев С.В., Паршин О.В. Квадратичная оптимизация на комбинаторных множествах в R^n // Кибернетика и системный анализ. – 1991. – №4. – С. 97-104.

УДК: 517.929.4

В.В. Пічкур, М.С. Сасонкіна
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64, Київ, 01601, Україна
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна
e-mail: vpichkur@gmail.com, masonmas@gmail.com

ПРО ЗАДАЧУ СТАБІЛІЗІЦІЇ ДО ПРАКТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Розглянемо систему керування вигляду

$$x(k+1) = f_k(x(k),u(k)), k \in [0,N], \quad (1)$$

де $f_k : D \to comp(D)$ – неперервна функція, яка визначена в області $D \subset R^n$, $x = (x_1, x_2,..., x_n)^*$ –вектор, $u = (u_1, u_2,..., u_m)^*$ – вектор керування $u(k) \in U(k)$, де $U(k)$ – множина обмежень на керування $k \in [0,N]$, $0 \in intU(k)$.

Нехай $G_0 \in comp(R^n)$ – множина початкових умов, $\Phi(k) \in comp(R^n)$ -- множина фазових обмежень, $0 \in G_0$, $0 \in int\Phi(k)$, $k \in [0,N]$.

Означення 1. Система (1) називається сильно $\{G_0, \Phi(k), 0, N\}$ – стабілізованою, якщо для будь-якого $x_0 \in G_0$ і будь-якого $u(k) \in U(k)$, $k \in [0,N]$ для всіх розв'язків системи (1) виконується $x(k, x_0, u) \in \Phi(k)$ для всіх $k \in [0,N]$ і $x_0 \in G_0$.

Нехай G_* – максимальна за включенням множина всіх початкових умов, для яких виконується означення 1.

Теорема 1. Множина G_* – компактна.

Теорема 2. Для того щоб точка $x_0 \in \partial G_*$ необхідно і достатньо, щоб для всіх допустимих керувань u таких, що відповідні розв'язки системи керування (1) – $x(k, x_0, u) \in \Phi(k)$, $k \in [0,N]$, існував момент $\hat{k} \in [0,N]$ такий, що розв'язок $x(\hat{k}, x_0, u) \in \partial\Phi(\hat{k})$.

Нехай $I_0 \in comp(R^n)$ – множина початкових умов, $\Phi(k) \in comp(R^n)$ – множина фазових обмежень, $0 \in I_0$, $0 \in int\Phi(k)$, $k \in [0,N]$.

Означення 2. Система (1) називається слабко $\{I_0, \Phi(k), 0, N\}$ – стабілізованою, якщо для будь-якого $x_0 \in I_0$ існує допустиме керування таке, що знайдеться хоча б один розв'язок системи (1) такий, що буде виконуватись $x(k, x_0, u(k)) \in \Phi(k)$ для всіх $k \in [0,N]$.

Нехаї $I_* \subseteq \Phi(t_0)$ максимальна за включенням множину всіх початкових умов, для яких має місце означення (2).

Теорема 3. Множина I_* – компактна.

Теорема 4. Нехай точка $x_0 \in \partial I_*$. Тоді для всіх допустимих керувань u таких, що розв'язки системи (1) – $x(k, x_0, u(k)) \in \Phi(k)$, $k \in [0,N]$, знайдеться момент часу $\hat{k} \in [0,N]$, такий що

$$x(\hat{k}, x_0, u) \in \partial\Phi(\hat{k}).$$

УДК 517.977.58; 517.977.54

Пічкур В.В., Страхов Є.М.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Одеський національний університет імені І.І.Мечникова
vpichkur@gmail.com, swebus86@gmail.com

ПРО ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ ДО ЗАДАЧІ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Розглядається динамічна система з керуванням, заданим у структурній формі, причому структура керування залежить від фазової змінної та числових параметрів. Ставиться задача знаходження керування у відповідному структурному класі, яке б мінімізувало критерій якості. Було розглянуто декілька постановок з фіксованою та нефіксованою структурами керування. Для цих задач був обґрунтований принцип оптимальності Беллмана за умови, що існує допустиме керування у структурному класі зі скінченою кількістю точок перемикання. Отримані рівняння Беллмана в інтегральній, інтегро-диференціальній та диференціальній формах. За допомогою рівнянь Беллмана обґрунтовані достатні умови оптимальності керування, а також для випадку фіксованих точок перемикання доведені умови існування та єдиності оптимального керування у відповідному структурному класі.

Головним чином дослідження направлене на розробку чисельно-асимптотичних методів розв'язування задач структурно-параметричної оптимізації, а саме, знаходження оптимальної структури керування та її параметрів. Такі методи були розроблені для лінійних систем керування з квадратичним критерієм якості, у яких функції керування лінійно залежать від фазової змінної та параметрів, а точки перемикання є фіксованими. Для систем з нефіксованою структурою розроблений алгоритм структурно-параметричної оптимізації для випадку, коли керування вибирається у класі кусково-постійних функцій зі скінченою кількістю точок перемикання.

Для отримання чисельно-асимптотичних методів використовується підхід, заснований на оптимізації частини рівняння Беллмана у інтегро-диференціальній та диференціальній формах. Для такої оптимізації застосовуються алгоритми типу градієнтного спуску. Цей підхід є новим у рамках задач структурно-параметричної оптимізації з керуванням, що залежить від фазової змінної та параметрів.

Література

1. Башняков О.М., Гаращенко Ф.Г., Пічкур В.В. Практична стійкість, оцінки та оптимізація. К.: Київський університет, 2008.
2. Бублик Б.Н., Гаращенко Ф.Г., Кириченко Н.Ф. Структурно-параметрическая оптимизация и устойчивость динамики пучков. К.: Наукова думка, 1985.
3. Пічкур В.В., Страхов Є.М. Дискретний варіант методу динамічного програмування в задачі структурно-параметричної оптимізації // Журнал обчислювальної та прикладної математики, 2010, №3 (102), с. 103-109.
4. Пічкур В.В., Страхов Є.М. Застосування методу динамічного програмування до задачі структурно-параметричної оптимізації з фіксованими точками перемикання // Вестник Одесского национального университета. Математика и механика, 2010. Т. 15, вып. 19, с. 94-102.

УДК 519.85

Пічугіна О.С., Брус О.А.
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка
pichugina_os@mail.ru

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТА ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОМБІНАТОРНИХ МНОЖИН ТА МНОГОГРАННИКІВ

Дослідження різноманітних комбінаторних множин представляє не лише теоретичний інтерес, але і має конкретне практичне застосування в алгоритмах точного чи наближеного розв'язання задач. Особливий інтерес останнім часом викликають підходи, що ґрунтуються на зануренні евклідової комбінаторної множини (ЕКМ) у арифметичний евклідів простір із подальшим розглядом і дослідженням дискретної множини точок простору [1,2].

Найбільш дослідженими серед ЕКМ уважається загальна множина розміщень, її окремий випадок – загальна множина переставлень, сполучення з повтореннями та відповідні полімножини [1,2].

Значно менш досліджена загальна множина сполучень, адже для неї невідомий навіть аналітичний опис многогранника.

Окрім цього, останнім часом увагу дослідників із комбінаторної оптимізації привернуто до так званих композиційних образів (КО) ЕКМ типу переставлень переставлень, переставлень кортежів, адже вони мають чисельні практичні застосування, зокрема, в геометричному проектуванні.

Основні властивості, що звичайно в першу чергу досліджуються для конкретної ЕКМ – геометричні властивості такі як:

- аналітичний опис опуклої оболонки (відповідного комбінаторного многогранника), зокрема складання ненадлишкової системи обмежень;
- дослідження вершинної розташованості множини та розташування на гіперсфері;
- критерій та кількість граней заданої вимірності;
- критерій суміжності вершин;
- розкладання по сім'ям паралельних гіперплощин;
- вимірність многогранника тощо,

а також екстремальні властивості, зокрема аналітичний розв'язок безумовної лінійної, дробово-лінійної та квадратичної задач [1,2].

Отже, автори поставили перед собою питання створення програмної оболонки для візуалізації комбінаторних многогранників для їх експериментального дослідження, що:

1. будує ЕКМ та їх опуклі оболонки вимірності не вище 3 (задача 1);
2. для многогранника, заданого системою лінійних обмежень, формує множину вершин, визначає суміжні вершини до кожної з них та встановлює вимірність многогранника, а також те, які з вихідних обмежень є надлишковими (задача 2);
3. якщо в задачі 2 також задається ЕКМ, досліджує питання, які саме її елементи є вершинами многогранника, чи достатньо обмежень у заданій системі, тобто чи не виникає «зайвих» вершин, тобто вершин, що не є елементами ЕКМ (задача 3);
4. для заданої ЕКМ автоматично формує систему обмежень, генерує ЕКМ і експериментально розв'язує питання з задачі 2 (задача 4);
5. інтерактивно вводить додаткові обмеження у вже сформовану систему і здійснює повторний перерахунок (задача 5);
6. у частині дослідження екстремальних властивостей, зокрема, розв’язує лінійну параметричну задачу з параметрами у мультимножині, що генерує ЕКМ, та в цільовій функції (задача 6).

Основні можливості програмного комплексу експериментального дослідження ЕКМ

Для програмної реалізації поставленої передімною задачі було обрано мову програмування $C\#$ та середовище програмування VisualStudio 2010.

Програма дозволяє вносити дані двома способами:

А. Введення комбінаторного многогранника системою обмежень;

Б. Вибір типу ЕКМ, введення мультимножини G, що його генерує, та ряду інших параметрів.

Також реалізовано інтерактивну консоль для комбінації описаних вище способів вводу, де можна, наприклад, показати тип множини та задати її параметри, а потім додавати обмеження, а також відобразити, чи є отриманий многогранник повністю комбінаторним.

Загальний алгоритм роботи програми:

А. 1) Знаходження всіх вершин многогранника, що заданий введеною системою обмежень;

2) Генерація всіх граней многогранника;

3) Визначення надлишкових обмежень многогранника;

4) Визначення вимірності многогранника;

5) Побудова отриманого многогранника (для dimП <=3).

Б. 1) Генерація всіх точок многогранника;

2) Генерація системи обмежень заданого многогранника, в залежності від типу ЕКМ (переставлення, поліпереставлення, розміщення та полірозміщення).

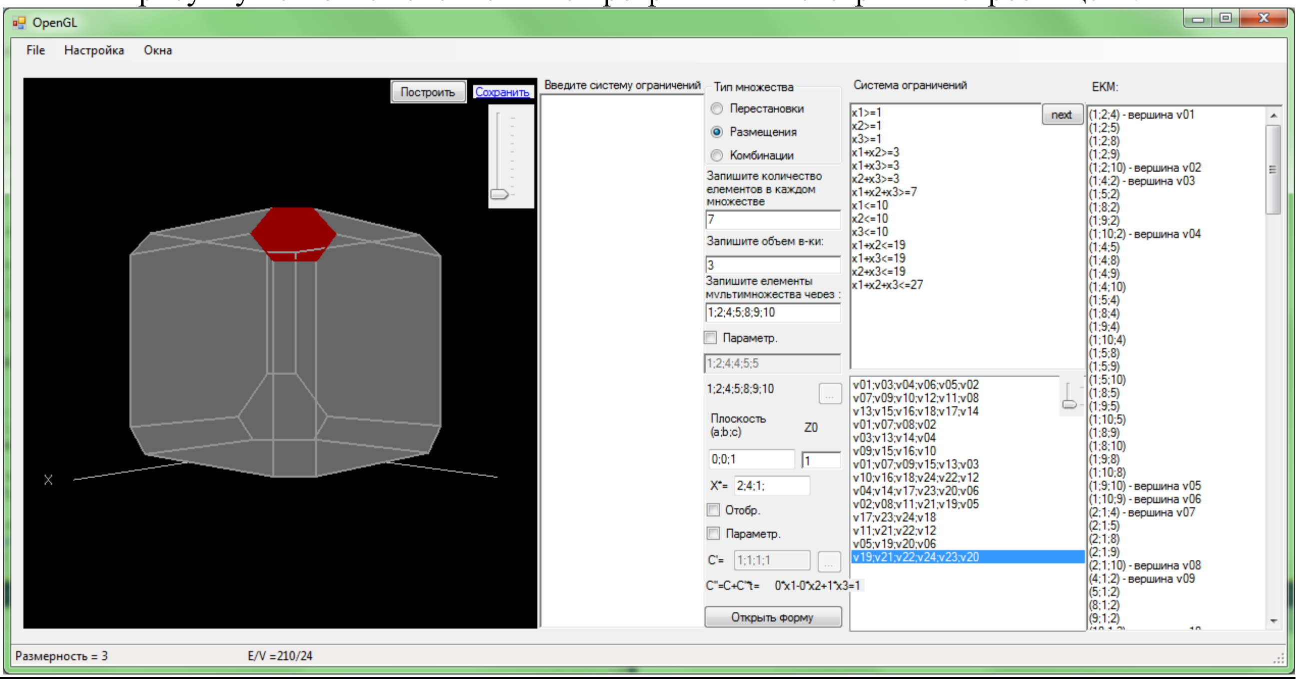
3) Визначення множини вершин многогранника (якщо тип ЕКМ - сполучення в тому числі знаходження регулярних точок);

4) Визначення, які з заданих лінійних обмежень є фасетними;

5) Визначення вимірності многогранника;

6) Побудова отриманого многогранника (якщо dimП <=3).

На рисунку показано головне вікно програми та многогранник 3-розміщень.



Представлену роботу саме присвячено питанням автоматизації експериментального дослідження комбінаторних множин та їх опуклих оболонок, що призначено сприяти більш глибокому розумінню суті цих множин і дозволить висунути ряд гіпотез щодо їх геометричних та екстремальних властивостей, які з часом будуть обґрунтовані теоретично і внесуть певний вклад в розвиток евклідової комбінаторної оптимізації.

1 Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. – К. : Наук. думка, 1986. – 268 с.

2 Стоян Ю.Г., Ємець О.О. Теорія і методи евклідової комбінаторної оптимізації. – К.: ІСДО, 1993. –188с.

Повідайчик О.С., Повідайчик М.М.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
povidm@gmail.com

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕНЕРУВАННЯ ТЕСТОВИХ ЗАВДАНЬ

Сучасна система вищої освіти в Україні характеризується активним впровадженням новітніх інформаційних і комунікаційних технологій у навчально-виховний процес. Навчальний процес не може бути ефективним без стійкого зворотного зв'язку, який надає викладачеві інформацію про рівень засвоєння теоретичного матеріалу, про знання, уміння та навички студентів. Саме так реалізується управлінська функція контролю – на основі отриманої інформації викладач корегує подальшу роботу, з'ясувавши, чи досягнута мета навчання на певному етапі.

На даний час розробляються різні комп'ютерні системи як доповнення до лабораторних робіт при вивченні математичних і технічних дисциплін, як демонстраційний засіб методів розв'язання завдань, як частина курсу дистанційного навчання, як засіб перевірки якості знань студентів (учнів) за допомогою тестування [1]. Звичайно, комп'ютерне навчання не може замінити викладача, живого з ним спілкування, але, на наш погляд, у деяких випадках може суттєво доповнити лекційні, практичні заняття, оптимізувати час студента на підготовку, а викладача – на перевірку знань студента.

Більшість тестових завдань з математики, інформатики та інших галузей знань можна представити у формі певного шаблону $<C, V, A>$, де C – постійна частина завдання (текст, графіка і т.д.), V – змінна частина (числові значення, формули і т.д.), A – алгоритми, що дозволяють одержати правильну відповідь або встановити, що задача не має розв'язку.

Цей підхід був реалізований при розробці комп'ютерної системи «Генератор тестових завдань», яка має такі характеристики [2]:

- Система тестових завдань розроблена в середовищі Microsoft Office Word 2007 на мові програмування Visual Basic for Applications (VBA). Сформовані завдання користувач може легко роздрукувати, відредагувати, скопіювати і т.д. Мова VBA дозволяє використовувати розвинену об'єктну модель Microsoft Word.
- Програму можна використовувати в двох режимах: самостійна робота студента і контроль знань під керівництвом викладача.
- В режимі самостійної роботи студент має можливість вибрати будь-яке з шаблонних завдань. Користувач має можливість перевірити відповідь, а також отримати правильний розв'язок завдання.
- В режимі контролю знань викладач вибирає шаблони, на основі яких будуть сформовані завдання, кількість варіантів і деякі інші опції. У результаті генерується задана кількість варіантів і ключ – таблиця з правильними відповідями.

Програма оперує шаблонами завдань, які описуються в модулях класів. При цьому постійна частина C завдання зберігається у вигляді окремих файлів, змінна частина V задається атрибутами (властивостями), а алгоритми A реалізуються методами класу. Так, використовуючи атрибути «відповідь користувача» (r_i), «правильна відповідь» (c_i) і «час виконання завдання» (t_i) для i-го завдання варіанта, оцінка (a_i) за k-бальною шкалою обчислюється за такою формулою:

$$a_i = \begin{cases} 0, \text{якщо } r_i \neq c_i; \\ \left[k \cdot \dfrac{t_i}{\sum_{j=1}^{m} t_j}\right], \text{якщо } r_i = c_i, \end{cases}$$

де m – кількість завдань у варіанті, $[x]$ – ціла частина числа x.

Розроблена система використовується в якості оболонки. Для використання програми в конкретній предметній області необхідно наповнити систему базою знань – методами класів,

що керують об’єктами-завданнями. Крім загальних методів («нове завдання» – ініціалізація атрибутів, «розв’язати завдання» – знаходження правильного розв’язку; «перевірити відповідь» – оцінка відповіді; «вивід умови»; «вивід розв’язку») кожен клас має і свої методи, що відображають специфіку завдання.

Відмітимо, що були розроблені бази знань з таких курсів:

- «Вища математика» для студентів економічних спеціальностей за такими темами як матричне числення, визначники, системи лінійних рівнянь, векторна алгебра, елементи аналітичної геометрії та ін.;

- «Інформатика та обчислювальна техніка» для студентів гуманітарних спеціальностей за такими темами як системи числень, алгоритми, електронні таблиці та ін.;

- Шкільний курс алгебри за такими темами як рівняння, нерівності, системи рівнянь, системи нерівностей.

Відзначимо також, що систему можна без значних зусиль розширювати як у перерахованих, так і в інших напрямках підготовки студентів та школярів.

Описаний підхід до розробки комп’ютерних систем тестування знань має низку переваг і недоліків. Серед недоліків можна відзначити деякі складнощі при створенні нових типів завдань. Оскільки шаблони завдань реалізуються в модулях класів, то розробник повинен мати відповідні навички їх програмування. У той же час, цей підхід, на відміну від використання баз даних, дозволяє генерувати практично необмежену кількість різних варіантів завдань, рівнозначних за своїм рівнем складності.

Література

1. Волошин О.Ф. Навчально-методична, тестуюче-оцінююча програмна система підтримки курсу "Системи та методи прийняття рішень" / О.Ф. Волошин, Д.І. Ковальов, М.І. Кольчин // Праці V міжнародної конференції "Modern (electronic) Learning" (MeL): Київ, 9-10 вересня 2010 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2010. – С. 97-98.
2. Повідайчик М. Використання баз знань у системах комп’ютерного тестування / О. Повідайчик, М. Повідайчик // Інформаційні технології та інформаційна безпека в науці, техніці та навчанні “Інфотех – 2011”: зб. матер. міжнар. наук.-практ. конференції (Севастополь, 5 – 10 вересня 2011 р.). – Севастополь, 2011. – С. 234 – 235.

УДК 519.8

Поліщук В.В.
Закарпатський державний університет
v.polishchuk87@gmail.com
м. Ужгород, вул. Корзо 15/9, 0664207484

ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

У період обмеженості ресурсів в українських банках процес інвестування відбувається із великою “обережністю” щодо вибору позичальника. Прийняття рішень щодо інвестування – це відповідальна задача, вирішення якої дозволить мінімізувати кредитний ризик та отримати запланований дохід. Така задача полягає у виборі позичальників, які найоптимальніше підходять за кредитною політикою банку.

Кожен системний банк для управління ресурсами має свою кредитну політику, яку може змінювати, в залежності від кон’юнктури ринку. В такій політиці регламентується цільова галузь, критерії по яким оцінюють підприємства, а також оцінки по критеріях, які задовольняють відповідну банківську установу. Отже, раціональний вибір базується на пошуку задовольняючого рішення, а не екстремального.

На практиці виникають труднощі, щодо оцінки підприємств по тих чи інших його критеріях, суть яких у невизначеності експерта у своїх висновках та наявності, як кількісних, так і якісних критеріїв. Приведемо підхід щодо моделювання кредитоспроможності підприємства на основі нечіткої логіки.

Розглянемо задачу вибору найкращого підприємства, чи групи підприємств для надання кредиту по критеріям $K' = \{K_1, K_2, ..., K_n\}$, для яких можна задати “точку задоволення” $T = \{t_1, t_2, ..., t_n\}$, тобто умовну альтернативу-підприємство, для якої оцінки по всіх критеріях могли б задовольняти особу, що приймає рішення. Далі побудуємо нечітку множину $A = \{A_1, A_2, ..., A_s\}$ відносно “точки задоволення”, і множину критеріїв K' розіб’ємо на підмножини K'' відносно нечіткої множини A. Кожен критерій має свою функцію належності [1], по якій будемо розкривати невизначеність експертів. У даній моделі можемо також побудувати класифікатор [2], щоб ми могли вибирати не тільки оптимальне підприємство, чи групу підприємств, але і знати, до якого класу воно належить [3].

Отже, побудована таким чином нечітка модель оцінки кредитоспроможності підприємства має високу адаптивну здатність до впровадження у будь-яку фінансову установу. Даний підхід дозволить банкові самостійно вводити свою множину критеріїв, “точку задоволення”, групувати критерії по важливості і побудувати класифікатор згідно вимог Національного банку України і своєї кредитної політики.

Список літератури

1. Маляр М.М. Нечітка модель оцінки фінансової кредитоспроможності підприємств/ Маляр М.М., Поліщук В.В.// Східно-Європейський журнал передових технологій. Сер. Математика і кібернетика – фундаментальні і прикладні аспекти. – Харків, 2012. - №3/4(57). – С.8-16.
2. Маляр М.М. Модель оцінки кредитоспроможності підприємства в умовах невизначеності/ Маляр М.М., Поліщук В.В.// Східно-Європейський журнал передових технологій. Сер. Математика і кібернетика – фундаментальні і прикладні аспекти. – Харків, 2012. - №1/4(55). – С.51-57.
3. Постанова НБУ “Положення про порядок формування та використання резерву… ” від 06.07.2000 року, №279.

УДК 519.6+625.1

Поліщук Д.О.

Відокремлений підрозділ Інформаційно-обчислювальний центр Державного територіально-галузевого об’єднання «Львівська залізниця»

d_pole@mail.ru

ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ТА ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВУЗЛІВ ТА РЕБЕР СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ МЕРЕЖЕВОГО ТИПУ

Вступ. У сучасному світі широкого розповсюдження набули складні системи (СС) різного типу та призначення, які є об’єднанням багатьох об’єктів, що пов’язані між собою певними відношеннями і виконують різні функції [1]. Виконання покладених на систему функцій залежить від стану її елементів, їх взаємодії та якості функціонування. Незадовільний стан елемента чи реалізація його функцій може спричинити збої у роботі всієї СС. Виявлення причин, які створюють проблеми у нормальній роботі елементів системи є першим кроком у оцінюванні СС загалом.

Локальне оцінювання вузлів і ребер СС. Зрозуміло, що перед оцінюванням довільної СС необхідно побудувати її структурну схему [2]. Для СС властивими є ієрархічна, мережева чи гібридна структури тощо. Приклади систем із мережевою структурою широко розповсюджені в інформаційній, транспортній, фінансовій, економічній та інших сферах. Розглянемо СС із мережевою структурою та позначимо її вузли як S_i, ребра – як D_{ij} (D_{ij} = (S_i, S_j)), $i=\overline{1,N}$, $j=\overline{1,N}$, а потоки, які рухаються по ребрах, – як P_m, $m=\overline{1,M}$. Тут M – кількість потоків, які проходять через послідовність вузлів та ребер, що поєднують S_1 і S_N за визначений проміжок часу T [3]. Вважаємо, що основна функція вузла системи полягає у обробці потоків згідно із встановленими часовими нормативами. Аналогічно, якість функціонування ребра залежить від часу проходження потоком відстані між вузлами, які воно поєднує.

Розглянемо обробку потоку P_m на вузлі S_i і вважаємо, що цей потік після обробки рухається по ребру D_{ij}. Нехай $t_{m,i}^{c,g}$ нормативний час обробки потоку, $t_{m,i}^{c,\min}$ – мінімально допустимий час обробки потоку у вузлі, $t_{m,i}^{c,r}$ – реальний час обробки потоку, $t_{m,ij}^{p,g}$ – нормативний час, за який потік має пройти ребро D_{ij}, $t_{m,ij}^{p,\min}$ – мінімально допустимий час проходження потоку, $t_{m,ij}^{p,r}$ – реальний час, за який потік проходить ребро D_{ij} .

Будемо вважати оцінку $e(P_m, S_i, T)$ якості обслуговування потоку P_m на вузлі S_i рівною

– 5, якщо $t_{m,i}^{c,r} = t_{m,i}^{c,\min}$, тобто час обробки максимально компенсує попередні затримки; тут і надалі компенсація затримок доцільна і виправдана лише в тому випадку, коли вона не погіршує якість обробки потоку;

– $4+(t_{m,i}^{c,r} - t_{m,i}^{c,g})/(t_{m,i}^{c,\min} - t_{m,i}^{c,g})$, якщо $t_{m,i}^{c,r} \in (t_{m,i}^{c,\min}, t_{m,i}^{c,g}]$, тобто час обробки частково компенсує попередні затримки;

– $3+(t_{m,i}^{c,g} + t_{m,ij}^{p,g} - t_{m,ij}^{p,\min} - t_{m,i}^{c,r})/(t_{m,ij}^{p,g} - t_{m,ij}^{p,\min})$, якщо $t_{m,i}^{c,r} \in (t_{m,i}^{c,g}, t_{m,i}^{c,g} + (t_{m,ij}^{p,g} - t_{m,ij}^{p,\min})]$, тобто затримку обробки потоку у вузлі можна компенсувати на наступному ребрі за рахунок збільшення швидкості;

– 2, якщо $t_{m,i}^{c,r} < t_{m,i}^{c,g} + (t_{m,ij}^{p,g} - t_{m,ij}^{p,\min})$, тобто затримку у вузлі неможливо компенсувати на наступному ребрі, $m=\overline{1,M}$, $i=\overline{1,N}$, $j=\overline{1,N}$.

За аналогічним алгоритмом визначається оцінка $e(P_m, D_{ij}, T)$ якості проходження потоку P_m по ребру D_{ij}.

Агреговане оцінювання вузлів і ребер СС. Зрозуміло, що оцінка затримки одного конкретного потоку на певному вузлі чи ребрі не може бути визначальним показником їхнього стану чи якості функціонування. Більш обґрунтований висновок можна зробити, оцінюючи затримки одного чи сукупності потоків, які проходять через окремий чи послідовність вузлів та ребер протягом заданого періоду часу T. Більш того, такі оцінки дають можливість принаймні частково локалізувати причини недоліків у функціонуванні окремих об'єктів СС.

Оцінку вузла S_i чи ребра D_{ij} за результатами проходження сукупності потоків $\{P_m\}_{m=1}^{M}$ протягом періоду T можна визначити за співвідношеннями $E_P(S_i,T) = <\mathbf{R_P}, e(\mathbf{P},S_i,T)>_{R^M} / <\mathbf{R_P}, \mathbf{1}>_{R^M}$ та $E_P(D_{ij},T) = <\mathbf{R_P}, e(\mathbf{P},D_{ij},T)>_{R^M} / <\mathbf{R_P}, \mathbf{1}>_{R^M}$ відповідно, де $<.,.>_{R^K}$ – скалярний добуток в евклідовому просторі R^K, $\mathbf{R_P} = \{\rho_{P_m}\}_{m=1}^{M}$ – вектор вагових коефіцієнтів, які визначають пріоритетність потоків із сукупності $\mathbf{P} = \{P_m\}_{m=1}^{M}$, $\mathbf{1} = \{1\}_{k=1}^{K}$.

Оцінки обслуговування потоку P_m на послідовності вузлів $\mathbf{S} = \{S_i\}_{i=1}^{N}$ чи його проходження по ребрах $\mathbf{D} = \{D_{ij}\}_{i,j=1}^{N}$ протягом періоду часу T визначаються за співвідношеннями $E_S(P_m,T) = <\mathbf{R_S}, e(P_m,\mathbf{S},T)>_{R^N} / <\mathbf{R_S}, \mathbf{1}>_{R^N}$ та $E_D(P_m,T) = <\mathbf{R_D}, e(P_n,\mathbf{D},T)>_{R^N} / <\mathbf{R_D}, \mathbf{1}>_{R^N}$ відповідно, де $\mathbf{R_S} = \{\rho_{S_i}\}_{i=1}^{N}$ – вектор вагових коефіцієнтів, які визначають пріоритетність вузла, наприклад, прямо пропорційно до його завантаженості та $\mathbf{R_D} = \{\rho_{D_{ij}}\}_{i,j=1}^{N}$ – вектор вагових коефіцієнтів, які визначають пріоритетність ребра.

Оцінка обслуговування сукупності потоків $\{P_m\}_{m=1}^{M}$ на послідовності вузлів $\{S_i\}_{i=1}^{N}$ протягом періоду часу T визначається за співвідношенням: $E_{P,S}(T) = \,= <\mathbf{R_P}, E_S(\mathbf{P},T)>_{R^M} / <\mathbf{R_P}, \mathbf{1}>_{R^M} = <\mathbf{R_S}, E_P(\mathbf{S},T)>_{R^N} / <\mathbf{R_S}, \mathbf{1}>_{R^N}$, $k = \overline{1,K}$. Аналогічно визначається оцінка $E_{P,D}(T)$ проходження сукупності потоків $\{P_m\}_{m=1}^{M}$ по ребрах $\{D_{ij}\}_{i,j=1}^{N}$ протягом періоду часу T.

Якщо узагальнена оцінка $E_P(S_i,T)$ вузла S_i значно менша від $E_{P,S}(T)$, можна зробити обґрунтований висновок стосовно наявності суттєвих недоліків у його стані чи організації роботи. Аналогічно, якщо узагальнена оцінка $E_P(D_{ij},T)$ ребра D_{ij} значно нижча від $E_{P,D}(T)$, можна зробити обґрунтований висновок стосовно наявності суттєвих недоліків у його стані. Такі результати є вагомою підставою для позапланової перевірки стану чи якості функціонування відповідних структурних елементів СС.

Висновки. У роботі запропоновано підхід до локального оцінювання стану та якості функціонування елементів СС мережевої структури, який ґрунтується на аналізі часу обробки потоків у вузлах та часу проходження ними ребер. Одержані оцінки визначають «найслабші» елементи системи, які потребують більш ретельного дослідження для виявлення причин їх незадовільної роботи.

1. *Бусленко Н. П., Калашников В. В., Коваленко И. Н.* Лекции по теории сложных систем. – М. : Советское радио, 1973. – 441 с.
2. *Полищук А. Д.* Оптимизация оценки качества функционирования сложных динамических систем // Проблемы управления и информатики. – 2004. – №4. – С. 39-44.
3. *Поліщук Д. О.* Локальне оцінювання якості функціонування залізничних станцій. – Режим доступу: http://iapmm.lviv.ua/chyt2012/materials/33.pdf.

УДК 532.59

Л.І. Потапенко, Л.К. Рак
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
lpotapenko@ukr.net

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АЗОВСЬКОМУ МОРІ

Азовське море має велике господарське значення завдяки своїм великим рибним запасом. Особливістю Азовського моря є його порівняно невеликі розміри і мілководність. Мілководність і внутріконтинентальне розташування моря визначають велику часову мінливість його гідрогеологічних характеристик.

В даній роботі побудована тривимірна математична модель, що дозволяє вивчати динамічні процеси в Азовському морі. Модель призначена для оцінки і прогнозування стану водного середовища водойми з урахуванням впливу вітру.

Математична модель Азовського моря заснована на рівняннях гідродинаміки мілководних водойм, які включають в себе рівняння Нав'є-Стокса

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}(\mu\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\mu\frac{\partial u}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(\nu\frac{\partial u}{\partial z})+$$
$$+2\Omega(v\sin\theta-w\cos\theta),$$
$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}(\mu\frac{\partial v}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\mu\frac{\partial v}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(\nu\frac{\partial v}{\partial z})-2\Omega u\sin\theta,$$
$$\frac{\partial w}{\partial t}+u\frac{\partial w}{\partial x}+v\frac{\partial w}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial x}(\mu\frac{\partial w}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\mu\frac{\partial w}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(\nu\frac{\partial w}{\partial z})+2\Omega\ u\ \cos\theta,$$

рівняння нерозривності

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(\rho\frac{\partial u}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(\rho\frac{\partial u}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(\rho\frac{wu}{\partial z})=0,$$

співвідношення, що зв'язує повний гідродинамічний тиск з глибиною

$$P(x,y,z,t)=p(x,y,z,t)+\rho gz\,,$$

а також граничні та початкові умови.

Граничні умови на вільній поверхні враховують вплив вітру на динаміку водного середовища. Через переважання горизонтального масштабу над вертикальним можна вважати несуттєвою роль горизонтальної турбулентної в'язкості в порівнянні з вертикальною. Тому вважаємо коефіцієнт горизонтального турбулентного обміну постійним, а коефіцієнт вертикального турбулентного обміну обчислюється виходячи з моделі Смагоринського.

Для чисельної реалізації моделі побудована неявна різницева схема зі змінним кроком по горизонтальних координатах. Для обчислення тиску використовується скінченно-різницева апроксимація рівняння Пуассона.

Для прив’язки математичної моделі до берегової лінії Азовського моря використовується цифрова карта. Для урахування в моделі рельєфа дна побудована і використовується його цифрова модель.

Розроблену модель планується використовувати для планування заходів по попередженню розмива кос та аналізу можливих екологічних наслідків змін клімата та діяльності людини.

УДК 004.8:004.912

Рябова Н.В.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
ryabova.nv@gmail.com (61166 Харьков, пр. Ленина 14, ХНУРЭ, к.255,
кафедра искусственного интеллекта, т. 057 7021337)

ПОСТРОЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕКСТОВ

В связи со стремительным расширением Интернет-пространства и необходимостью создания Web-систем нового поколения, предназначенных для функционирования в гетерогенных, распределенных средах, чрезвычайно актуальной является разработка новой методологии и технологий создания баз знаний (БЗ), позволяющих в on-line режиме структурировать и аккумулировать знания разнородных либо схожих предметных областей (ПрО) для дальнейшего их совместного многократного использования при решении проблем и принятии решений. De facto стандартом при разработке таких БЗ стал онтологический подход, позволяющий с помощью средств Semantic Web специфицировать модели ПрО в виде иерархически связанной системы концептов, снабженных соответствующими свойствами и отношениями. В основе такой онтологической БЗ лежит онтология ПрО. При этом экстенсиональная ее часть (определяющая объем модели, в отличие от содержательной части) обеспечивается БЗ, содержащей утверждения об экземплярах концептов, связанных отношениями, уже определенными в онтологии. В связи с этим особую актуальность приобрели исследования в области онтологического обучения (Ontology Learnig - OnL), направленные на (полу)автоматическую поддержку разработки онтологий.

Для построения онтологий, адекватно описывающих семантические модели ПрО, необходимо в первую очередь решать задачи извлечения знаний из различных источников для выявления множества концептов и установления иерархии на этом множестве. Поскольку большая часть информации в Web-пространстве содержится в естественно-языковых текстах (ЕЯТ), представляется перспективным извлечение знаний из текстовой информации, а также интеллектуальная обработка специально подобранных коллекций ЕЯТ. В данной работе обсуждается методика OnL на основе знаний, извлекаемых из текстов, релевантных ПрО. Проанализированы и систематизированы основные задачи OnL. Рассматриваются методы и модели интеллектуальной обработки текстов, результаты которой предназначены для построения онтологий ПрО, а также используются в процессе OnL, когда либо необходимо усовершенствовать, расширить, модифицировать уже существующую модель онтологии, либо построить онтологию из «сырого материала», имея в качестве источника знаний только текстовые коллекции. В последнем случае задача является особо сложной и требует применения всего спектра методов интеллектуального анализа текстовой информации (Text Mining - TM) [1,2]. В работе рассматривается решение задач TM на различных этапах обработки ЕЯТ: извлечение информации (выявление сущностей - концептов и терминов, их свойств, фактов, событий, установление отношений между сущностями, включая ассоциативные), категоризация, кластеризация, семантическое аннотирование.

Список литературы

1. Cimiano P. Ontology Learning and Population from Text: Algorithms, Evaluation and Applications. – N.Y.: Springer Science+Business Media, LLC, 2006. – 347 p.
2. Бодянский Е.В., Рябова Н.В., Волкова В.В. Интеллектуальная нейросетевая on-line технология обработки информации в автоматизированных системах принятия решений и управления // Вісник СевДТУ, Вип. 95: Автоматизація процесів та управління: зб. наук. пр.. – Севастополь: Вид-во СевНТУ, 2009.- с.20-23.

УДК 519.8:681.3

Рясна І. І., Ходзінський О.М.
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України
riasnaia@yahoo.com

НЕЧІТКІ МОДЕЛІ РИНКІВ ПРАЦІ

Задачі комбінаторної оптимізації в умовах невизначеності є слабко структурованими задачами. До таких задач відносяться, наприклад, задачі класифікації, кластеризації та сегментування, що виникають при аналізі економічних, соціально-економічних та технічних систем за наявності „суб'єктивного фактору”. Поняття „невизначеність” трактується у різний спосіб. Неповторюваність та неможливість відтворення деяких соціальних та економічних явищ не дозволяє застосовувати методи математичної статистики та потребує розвитку математичного апарату для формалізації та розв'язування таких задач. Застосування теорії нечітких множин та репрезентативної теорії вимірювань забезпечує адекватне розв'язування задач, принциповою особливістю яких є урахування того факту, що вимірювання вхідних даних відбувається на рівні мовного опису деяких параметрів та характеристик об'єктів. Відомі різні підходи до сегментування ринків праці за сукупністю соціально-економічних ознак.

В доповіді розглядаються нечіткі моделі ринків праці. Обрані критерії сегментації визначаються за допомогою лінгвістичних змінних та дозволяють проаналізувати основні моделі розподілу ринків праці на первинний і вторинний, внутрішній та зовнішній, формальний та неформальний та побудувати сегментаційні моделі. Характеристики суб'єктів ринку праці представлені на вербальному рівні. Проводиться формалізація та розв'язання задачі сегментації, специфіка якої полягає в наступному: характеристики об'єктів можуть вимірюватись в шкалах порядку та найменувань; використовується сукупність взаємопов'язаних між собою характеристик; присутня апріорна інформація, а саме: відома кількість сегментів та описані характеристики типових представників сегментів.

Нехай X – задана множина, $N = |X|$.

Сегментуванням першого роду C_X множини X називається сукупність $n \le N$ нечітких підмножин $\tilde{C}_i$ множини X, таких, що $\tilde{R}$ – відношення схожості на множині X, $\tilde{C}_i = \bigcup_{j=1}^{m_i} \tilde{L}_j$, де $\tilde{L}_j$ – нечіткий $\tilde{R}$-кластер, m_i – кількість нечітких $\tilde{R}$-кластерів, що породжують $\tilde{C}_i$, $i = \overline{1,n}$: $\forall x \in X \quad \exists \tilde{C}_i \in C_X$ така, що $\mu_{\tilde{C}_i}(x) > 0$, $i \in \{1,...,n\}$; $\forall \tilde{C}_i \in C_X \quad \exists x \in X$ такий, що $\mu_{\tilde{C}_i}(x) > 0$, $i \in \{1,...,n\}$.

Сегментуванням другого роду $Segm\,X$ множини X називається сукупність $n \le N$ нечітких підмножин $\tilde{S}_i$ сукупності нечітких множин C_X, таких, що $Ker\,\tilde{S}_i = Ker\,\tilde{C}_i$, $i = \overline{1,n}$; $\bigcup_{i=1}^{n} Supp\,\tilde{S}_i = \bigcup_{i=1}^{n} Supp\,\tilde{C}_i$; $Supp\,\tilde{S}_i \bigcap Supp\,\tilde{S}_j = \varnothing$, $i \ne j$, $i, j \in \{1,...,n\}$.

Для заданої множини X і визначеного на ньому відношення схожості знаходиться таке сегментування $Segm\,X = \left\{ \tilde{S}_i \middle| \tilde{S}_i \subset X,\, i = \overline{1,n},\, n \ge 2 \right\}$ множини X на задане число n сегментів другого роду $\tilde{S}_i$, яке доставляє екстремум деякій цільовій функції $F(Segm\,X)$ серед усіх можливих сегментувань при виконанні заданих обмежувальних умов.

В доповіді досліджуються деякі аспекти побудови мір схожості на базі нечітких якісних характеристик та наводяться умови адекватності таких мір.

УДК 519.86

Савко О.Я.
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
e-mail: sashko.com@gmail.com

ІМІТАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО ПРИЙНЯТТЯ ФІНАНСОВИХ РІШЕНЬ

Динамічність ринкового середовища потребує широкого використання методів моделювання процесів, що дозволяє планувати та передбачати наслідки фінансових рішень, використовуючи імітаційні моделі, зв’язки і параметри яких точно характеризують стан підприємства. Говорячи про моделювання, слід мати на увазі, що складність систем і алгоритмів (програм) не повинна бути занадто великою, щоб не перевершити певного, економічно обґрунтованого рівня. Практикою вже встановлено, що в міру ускладнення алгоритму, деталізації врахованих зв’язків і збільшення обсягу вихідної інформації витрати на моделювання зростають, а позитивний ефект або повністю відсутній, або збільшується незначно.

Прості алгоритми, якщо вони дозволяють створити надійні імітаційні моделі, більш кращі, ніж складні, і можуть бути легко зрозумілі і освоєні практиками. У прийнятому алгоритмі має бути широко використаний принцип зворотного зв’язку, що забезпечує не тільки оптимізацію режимів за операціями та враховує вимоги ізоморфізму моделі й об’єкта дослідження, але і схожість структур, при якій елементи моделі та оригіналу однозначно відповідають один одному. Відповідь на питання про очікувану ефективність фінансового рішення може бути отримана лише на основі детальної інформації при аналізі об’єкта дослідження.

Таким чином, постановка питання про моделювання передбачає розробку тріади "Модель - алгоритм - програма" (рис. 1). Створивши тріаду "Модель - алгоритм - програма", можна отримати універсальний, гнучкий і відносно недорогий інструмент, який спочатку тестується в попередніх комп’ютерних прогонках. Після того як адекватність тріади досліджуваного об’єкта встановлена, з імітаційною моделлю проводяться експерименти, що дають всі необхідні кількісні та якісні характеристики його дослідження. Оскільки імітаційне моделювання є одним з найбільш потужних методів аналізу, в процесі моделювання проводиться уточнення і коректування, по мірі необхідності, всіх ланок тріади. Однак слід пам’ятати, що будь-яка модель лише спрощено відображає взаємозалежність між фінансовими показниками [1].

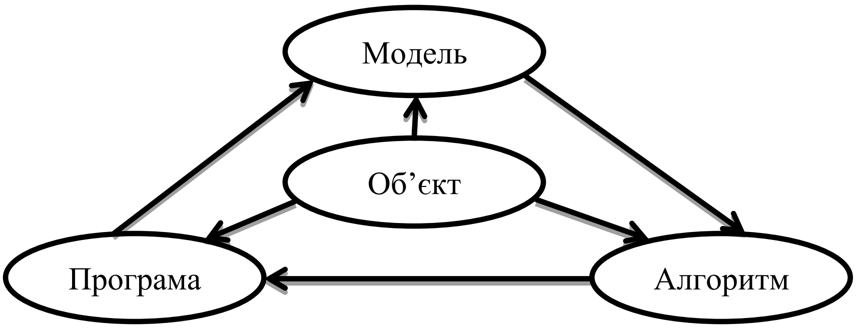


Рис.1. Тріада "Модель - алгоритм - програма"

Отже, імітаційне комп’ютерне моделювання різних господарських ситуацій дозволяє своєчасно провести коригування фінансових рішень і виявити відповідні тенденції економічних змін. Підходи до розв’язання фінансових проблем можуть бути найрізноманітнішими, тому необхідно зробити вибір, ґрунтуючись на певних орієнтирах, однак універсального, придатного для всіх випадків критерію, не існує. Тим не менш, маючи деякі кількісні оцінки, отримані формалізованими методами, нехай навіть певною мірою умовні, легше приймати остаточні рішення, що означають поєднання стандартних і неординарних фінансових схем, гнучкість і неповторність тих чи інших способів дії в конкретній господарській ситуації.

Література

1. Барчуков А.В. Краткосрочная финансовая политика. - Хабаровск: ДВГУПС, 2006.

УДК 519.21

А.С. Самосёнок
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины
samosyonok@gmail.com

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГИББСОВСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Пусть S – граф с конечным множеством вершин, x_s - состояние вершины s $\left(x_s \in X_s\right)$. $X = \prod_{s\in S} X_s$ - пространство всех возможных конфигураций графа S. Введя набор не отрицательных распределений $\Pi_{s\in S}(x)$ на X таких, что $\sum_{x\in X} \Pi_s(x) = 1$ ($\Pi(x) > 0$ для любого $x \in X$) мы зададим стохастическое поле над графом S.

Для двух соседних вершин введем меру их взаимодействия $H(x_s, x_t, v)$, которая зависит от значений, принимаемых реализацией поля x на этих элементах и некоторого скрытого параметра v, и назовем ее потенциалом пары $\langle s,t\rangle$.

Будем предполагать, что это случайное поле обладает свойством марковости, то есть значение x_s зависит лишь от состояний элементов поля, принадлежащих окрестности ∂s вершины s. Кроме этого общий вид распределения вероятности наблюдения конкретного состояния известен с точностью до неизвестного параметра $v_0 \in \theta$ и он имеет форму гиббсовского распределения:

$$\Pi_s(x; v_0) = Z(x, v_0)^{-1} \exp(-U_s(x, v_0)),$$

где $Z(x,v)$ - нормирующий множитель, равный сумме всех потенциалов системы, а $U_s(x, v_0)$ - сумма потенциалов всех пар, в которые входит рассматриваемый элемент s:

$$U_s(x, v_0) = \sum_{t\in\partial s} H(x_s, x_t, v_0).$$

Задача состоит в оценивании значения неизвестного параметра v_0 на основании результатов наблюдений за состояниями поля $x^1, x^2, ..., x^n$ методом наименьших квадратов и исследовании состоятельности ($v_n \to v_0, n \to \infty$) и асимптотической нормальности таких оценок.

Поскольку согласно методу наименьших квадратов наблюдаемые результаты соответствуют параметру, при котором сумма среднеквадратических отклонений ошибок минимальна, то запишем задачу в следующем виде.

Поскольку согласно методу наименьших квадратов наблюдаемые результаты соответствуют параметру, при котором сумма среднеквадратических отклонений ошибок минимальна, то запишем задачу в следующем виде.

Пусть

$$\bar{h}_s(x_s, x_t, v_0) = E\left(H(x_s, x_t, v_0)\right).$$

Исходя из полученных наблюдений аппроксимируем ее известной функцией:

$$\bar{H}_s^n(x_s, x_t, v) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} H(x^i{}_s, x^i{}_t, v)$$, где n – количесво наблюдений.

Тогда для каждого наблюдения энергия примет следующий вид:

$$U_s^i(x, v) = \sum_{t\in\partial s} \bar{H}(x_s, x_t, v) + \varepsilon_i,$$

где ε_i - независимые, одинаково распределенные случайные величины с $E(\varepsilon_i) = 0, i = \overline{1,n}$.

В таком случае оценкой неизвестного параметра v_0 будет решение задачи минимизации следующего функционала

$$F_n(x,v) = Z(x^i,v)^{-2} \sum_{i=1}^{n} \left(\exp\left(-\sum_{t\in\partial s} H(x_s^i, x_t^i, v) \right) - \exp\left(-\sum_{t\in\partial s} \bar{H}(x_s, x_t, v) \right) \right)^2 .$$

То есть

$$v_n = \arg\min F_n(x,v) .$$

При исследовании состоятельности такой оценки рассматривается два случая: случай конечного фазового пространства значений марковского поля и случай произвольного множества состояний марковской последовательности. Множество параметров в обоих случаях является компактным подмножеством $\Re$.

Подобные задачи рассматривались в работах [1,2], кроме этого при доказательстве состоятельности и асимптотической нормальности использовались ранее доказанные утверждения [3,4].

Литература

1. *Gerhard Winkler*. Analysis, Random Fields and Dynamic Monte Carlo Methods. – Springer, 1995.
2. *Xavier Guyon*. Random Fields on Network. – Springer-Verlag,. 1995.
3. *Knopov P.S.*, *Kasitskaya* E. J. Properties of empirical estimates in stochastic optimization and identification problems - Annals of operation Research, vol 56, 1995. P. 225-239.
4. *Дороговцев А.Я.* Теория оценок параметров случайных процессов. – Київ: Вища школа, 1982. С. 80.

УДК 519.872:330.45

В.В. Семенов
Інститут демографії та соціальних досліджень імені В.М. Птухи НАН України
semenovsr@meta.ua

ВИРІВНЮВАННЯ ФІСКАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РЕГІОНІВ ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

При розподілі грантів серед регіонів уряди багатьох країн використовують моделі фіскального вирівнювання. Ці моделі за структурою мають деякі різниці, проте мають також спільні властивості. В деяких із них (наприклад, модель Австралії) при розподілі ресурсів серед регіонів оцінюються необхідні видатки, в той час як в інших (модель Канади) оцінюються необхідні надходження. В схеми оцінювання може також входити регіональна вартість виробництва та надання суспільних послуг. При цьому враховуються такі регіональні особливості, як регіональна щільність населення, кліматичні та географічні характеристики, соціально-демографічні характеристики, рівень урбанізації, виробнича диверсифікація тощо. На практиці вирівнювання реалізується за допомогою міжбюджетних трансфертів в системі фіскального федералізму.

Стосовно економічної ефективності системи міжбюджетних трансфертів тривалий час точаться дискусії. Одним із напрямів таких дискусій є аналіз ефективності у випадку мобільності виробничих факторів. Доводиться, що місцеві суспільні блага утворюють специфічні регіональні фіскальні екстерналії а фіксовані фактори виробництва утворюють специфічну регіональну економічну ренту. Наслідком є те, що у стані економічної рівноваги розміщення цих факторів виробництва по регіонам виявляється неефективним. В результаті надто багато мобільних факторів розміщується у відносно багатих регіонах із значними фіскальними екстерналіями та рентою. За умови оптимальності міжрегіональні трансферти корегують збурюючі впливи екстерналій та ренти і встановлюють оптимальний просторовий розподіл мобільних факторів. Стосовно взаємозв'язків між вирівнюванням фіскальної здатності та економічною ефективністю існують деякі інші аспекти. Наприклад, трансферти вирівнювання впливають на оперативну поведінку регіональних лідерів та приводять до намагань змінити формулу розподілу ресурсів. Результатом є неоптимальне виробництво та надання місцевих суспільних благ. Відомо також, що вирівнювання може приводити до появи синдрому "трансфертної залежності", що означає також втрату мотивів до економічного розвитку регіону. Вирівнювання також може стримувати процеси міжрегіональної конвергенції, такі як зменшення міжрегіональної нерівності доходів фізичних осіб, або стримування міграції із низькодоходних регіонів до високодоходних. Отже, з точки зору економічної ефективності, вирівнювання та система міжрегіональних трансферів за визначених умов може бути підтримана, заперечена або буде доцільним компромісне рішення. В доповіді автор намагається дати раціональне пояснення ефективності системи міжбюджетних трансфертів (при наявності регіональних екстерналій та ренти) та аргументам, спрямованим проти вирівнювання (можливим збурюючим впливам на оперативну поведінку регіональних лідерів та неоптимальна пропозиція місцевих суспільних благ). Такий підхід дає можливість перевірити яким чином вирівнювання впливає на ефективність в умовах, коли регіональні лідери мають можливість діяти оперативно, а екстерналії та регіональна рента впливають на прийняття регіональних рішень.

В доповіді використовується схема фіскального вирівнювання в звичайній моделі децентралізованої економіки за припущення мобільності виробничих факторів та оптимізації регіонального бюджету. Кожний регіон вибирає рівень надання суспільних послуг, який максимізує корисність репрезентативного жителя регіону і при цьому регіональна влада враховує міграційні настрої своїх резидентів та жителів інших регіонів. Уряд збирає податки в кожному регіоні і, використовуючи формулу вирівнювання, яка враховує регіональні надходження та необхідні видатки, розподіляє їх серед регіонів. Більшість схем, які використовуються на практиці є частковими випадками розглянутолі системи.

УДК 519.8

Семенов В.В, Куліш. Є.В., Орлов О.А.
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА МОДЕЛЬ РОЗМІЩЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ РОЗДРІБНОЇ ТОРГОВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Під сферою обслуговування розуміється сукупність галузей виробничої та невиробничої сфери, об'єднаних спільністю виконуваної функції - безпосереднього задоволення потреб населення в послугах. В області маркетингових досліджень досить типовими є задачі розміщення, наприклад, сервісних центрів (клінік, різних служб, навчальних закладів), складів або виробничих потужностей. Побудуємо багатокритеріальну математичну модель розміщення підприємств роздрібної торговельної мережі. Необхідно розмістити торговельні магазини так, щоб загальні витрати на будівництво, експлуатацію, транспортування продукції й втрати від неякісного обслуговування покупців були найменшими, а сумарний дохід від реалізації всіх видів товарів у всіх торговельних точках був максимальним. Введемо позначення: i – номер складу, $i \in N_n = \{1,...,n\}$, $r \in N_R$, – вид товару; $j \in N_m$ – номер торговельної точки (магазину), q – номер варіанта розвитку торговельної точки; Q_j – кількість можливих варіантів розвитку j-ої торговельної точки, N_{i_r} – кількість r-го виду товару на i-му складі, $M^q_{j_r}$ – кількість реалізованої продукції r-го виду в j-ій торговельній точці згідно q-му варіанту; P^q_j – приведені витрати j-й торговельній точці згідно q-му варіанту; W_r – об'єм продукції r-го виду, споживаної у всій торговельній мережі, C^r_{ij} – вартість перевезення одиниці продукції r-го виду від i-го складу до j-ої торговельної точки; C^q_j – втрати за рахунок витрати часу (неякісного обслуговування) в j-ій торговельній точці, що розвивається згідно q-му варіанту, x^q_j – шукана величина, рівна 1, якщо у j-ій торговельній точці вибирається q-й варіант, і рівна 0 у протилежному випадку, d^r_j – прибуток від реалізації одиниці r-го виду продукції в j-ій торговельній точці, x^r_{ij} – об'єм перевезення r-ї продукції з i-го складу в j-у торговельну точку. Потрібно знайти такі x^q_j й $x^r_{ij} \geq 0$, $i \in N_n$, $j \in N_m, q \in Q_j$, при яких досягається мінімум сукупних витрат і втрат $\sum_{j=1}^{m}\sum_{q=1}^{Q_j}\left(P^q_j + C^q_j\right)x^q_j + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\sum_{r=1}^{R} C^r_{ij}x^r_{ij} \to \min$, максимум сумарного прибутку від реалізації всіх видів продукції у всіх магазинах $\sum_{r=1}^{R} d^r_j\left(\sum_{i=1}^{n} x^r_{ij}\right) \to \max$, виконуються умови: вивіз товарів зі складу повинен бути в межах можливого $\sum_{j=1}^{m} x^r_{ij} \leq N_{ir}$, $i \in N_n, j \in N_m, r \in N_R$, товари, що поставляються, повинні відповідати потужностям торговельних точок $\sum_{i=1}^{n} x^r_{ij} = \sum_{q=1}^{Q} M^q_{jr}x^q_j, j \in N_m$, $r \in N_R$, об'єм продукції, що поставляється, повинен відповідати споживанню $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} x^r_{ij} = W_r, r \in N_R$, та повинен бути обраний тільки один варіант розвитку торговельної точки $\sum_{q=1}^{Q_j} x^q_j = 1, j \in N_R$. Для розв'язання поставленої векторної задачі частково цілочислової оптимізації розроблений і обґрунтований метод, що використовує ідеї методу декомпозиції Дж. Бендерса та дозволяє знаходити різні види ефективних рішень (Парето-оптимальні, слабко ефективні й строго ефективні).

УДК 691.58

Г.Г. Сергеев
Севастопольский национальный технический университет
ул.Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053
e-mail: kvt@sevgtu.sebastopol.ua

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ О ВВЕДЕНИИ ПОПРАВОК В АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ОБЪЕКТА

Задача управления траекторией движения объектом ставится в следующей постановке. Система управления программная, адаптивная. Необходимо удержать объект в рамках допустимой траектории. Информация о допусках $D_{\min}(t)$ и $D_{\max}(t)$ в каждый дискретный момент времени поступает с системы датчиков Программная подсистема принятия решений вырабатывает на основании известного алгоритма стратегию управления объектом, с тем, чтобы удержать его в рамках $D_{\min}(t) \le P(t) \le D\max(t)$, где $P(t)$ − характеристика положения объекта во времени по заданной оси в системе координат. Шаг дискретизации измерений и выработки решений равен *dt*. Управляющие воздействия, передаваемые электромеханической системе формируются подсистемой формирования управляющих воздействий (рисунок 1).

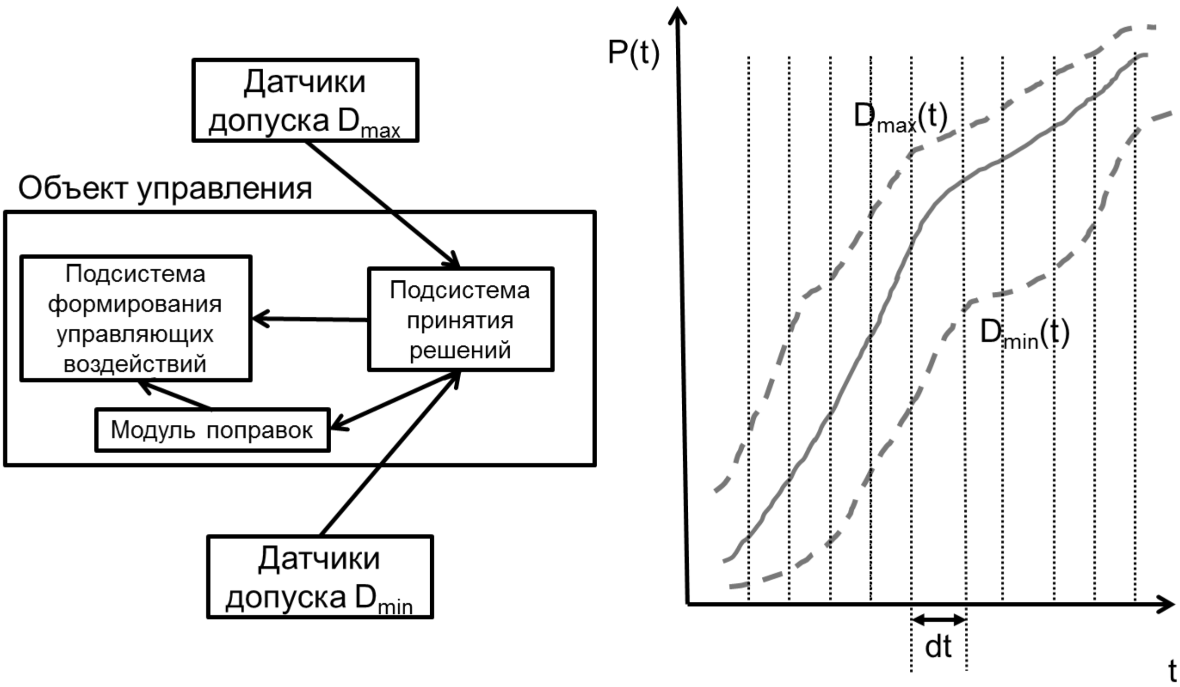


Рисунок 1 – Структура системы управления и траектория движения объекта

Задача расчета поправок ставилась следующим образом. Необходимо за минимально возможное время кратное *dt* определить среднее отклонение траектории от идеального центра между допусками в каждый дискретный момент времени с учетом того, что измерения $D_{\min}(t)$, $D_{\max}(t)$ и $P(t)$ имеют различную случайную инструментальную погрешность.

Задача была решена следующим образом. Для определения отклонения в каждый момент времени использовалась а качества управления

$$Q = \begin{cases} \dfrac{P(t) - avg(t)}{avg(t)}, P(t) \geq avg(t) \\ \dfrac{avg(t) - P(t)}{avg(t)}, P(t) < avg(t) \end{cases},$$

где

$$avg(t) = \frac{D_{\min}(t) + D_{\max}(t)}{2}.$$

В [1] доказано, что для принятия решения о виде закона распределения достаточно 30 точек. Для проверки гипотезы о нормальном законе распределения величины Q был проведен ряд экспериментов, подтвердивших ее справедливость с использованием критерия χ^2.

Тогда,

$$\overline{Q} = \frac{\sum_{i=1}^{30} Q_i}{30}.$$

Величину стандартной ошибки оценки отклонения $\overline{Q}$ от 0 можно определить на основании теоремы Чебышева [2]:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{30}},$$

где $\sigma = \sqrt{D}$ и D – дисперсия выборки. На следующем шаге дискретизации формирование управляющих воздействий осуществляется с учетом $\overline{Q}$. В дальнейшем экспресс анализ проверки гипотезы о нормальности закона распределения величины Q проводился на основании оценки величин асимметрии γ_1 и эксцесса γ_2:

$$\gamma_1 = \frac{\sum_{i=1}^{30}(Q - \overline{Q})^3}{30 \cdot \sigma^3}, \quad \gamma_2 = \frac{\sum_{i=1}^{30}(Q - \overline{Q})^4}{30 \cdot \sigma^4}.$$

Будем считать, что гипотеза подтверждается, если $(\gamma_1 < 3 \cdot \mu) \wedge (\gamma_2 < 3 \cdot \mu)$.

Таким образом, при достаточно высокой частоте дискретизации измерений на основе оценки вероятностных характеристик предыдущего опыта управления появляется возможность оперативной коррекции управляющей системы, что повышает ее адаптивность к воздействиям окружающей среды. Эксперименты над реальной системой показали эффективность предложенного подхода, что подтверждается данными таблицы 1.

Таблица 1 – Оценка качества управления объектом

	Без учета поправок		С учетом поправок	
	$\overline{Q}$	D	$\overline{Q}$	D
Эксперимент 1	0,14	7,45	0,03	5,45
Эксперимент 2	-0,06	6,23	0,04	5,21
Эксперимент 3	-0,21	7,24	0,05	6,39
Эксперимент 4	0,19	8,19	0,05	5,45
Эксперимент 5	0,17	7,21	0,04	6,11

Список литературы

1. Лемешко Б.Ю. О выборе числа интервалов в критериях согласия типа c2 / Б.Ю Лемешко, Е.В. Чимитова // Диагностика материалов. – 2003 – Т.69 – № 1 – С.61-67
2. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. - 2-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 479 с.

УДК 519.854.33

Сергієнко І.В., Шило В.П.
Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України
e-mail: v.shylo@gmail.com

ЗАДАЧА ПРО МАКСИМАЛЬНИЙ ЗВАЖЕНИЙ РОЗРІЗ НЕОРІЄНТОВАНОГО ГРАФУ: ПІДХОДИ ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ, ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

Останнім часом особливу увагу дослідників привертає задача про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу. У загальному вигляді вона може бути сформульована наступним чином. Нехай $G = G(V, E)$ – неорієнтований граф із множиною вершин V і множиною дуг E. Кожному ребру $(i, j) \in E$ відповідає вага $w_{ij} > 0$. Розрізом графу G називається розбиття (V_1, V_2) множини V його вершин на дві неперетинні підмножини V_1 й V_2, такі, що $i \in V_1$, $j \in V_2$. Очевидно, що будь-яке таке розбиття породжує розріз графу.

Задача про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу G з вагами ребер w_{ij}, $(i, j) \in E$, полягає у знаходженні розрізу максимальної сумарної ваги

$$w(V_1, V_2) = \sum_{i \in V_1,\, j \in V_2,\, (i,j) \in E} w_{ij} .$$

Розглядувана задача є NP-важкою навіть у випадку, коли всі ребра мають одиничну вагу. Основними труднощами при розв'язанні таких задач є експоненціальний ріст обчислювальних затрат при збільшенні розмірності задачі. У зв'язку з цим при дослідженні задач великих розмірностей ефективні тільки наближені методи. Їм присвячено багато публікацій, наприклад [1–6].

У роботі [1] запропоновано алгоритм CirCut. Шість алгоритмів із [2] засновані на методології пошуку розв'язку зі змінним околом (VNS), жадібної адаптивної пошукової процедури (GRASP) і процедури з'єднання отриманих розв'язків шляхами (path relinking). Показано, що алгоритм VNSPR [2] дозволяє знаходити якісні розв'язки за рахунок дуже великих обчислювальних затрат. Рандомізований алгоритм, гарантована точність якого при додатних вагах становить 0.878 від оптимального значення цільової функції, розглянуто у роботі [3]. Для розв'язання задачі з числом вершин $n = 200$ йому необхідно близько 3 годин машинного часу. В [4] описано дві модифікації RRT і MST мультистартного алгоритму табу. Запропонований у [5] алгоритм SS базується на використанні методу розкиду. Багато важливих результатів, що стосуються розв'язання задач про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу, наведено в огляді [6].

Отримані в роботах [1–5] результати для розглядуваної задачі вважалися кращими до появи статей [7–9], де запропоновано алгоритми, засновані на використанні методу глобального рівноважного пошуку (ГРП) [10,11]. Аналіз результатів численних експериментальних розрахунків свідчить про те, що в більшості випадків алгоритми ГРП для даної задачі мають переваги над відомими алгоритмами [1–5] як за якістю одержуваних розв'язків, так і за часом їхнього знаходження. Ефективність використання методу ГРП у поєднанні із специфікою задачі найбільш яскраво проявляється при розв'язанні задач великих розмірностей.

Дана робота присвячена узагальненню і подальшому розвитку результатів, пов'язаних із застосуванням алгоритмів ГРП для задачі про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу.

Зіставимо кожній вершині розбиття (V_1, V_2) графу G булеву змінну x_i. Якщо $i \in V_1$, то $x_i = 0$, у протилежному випадку $x_i = 1$, $i \in V_2$. Тоді задача про максимальний зважений розріз графу може бути сформульована у вигляді моделі булева квадратичного програмування без обмежень: знайти

$$\max_{x_i \in \{0,1\}} \left\{ f(x) = \sum_{(i,j) \in E} w_{ij} \left(x_i - x_j \right)^2 \right\}. \qquad (1)$$

Зведення початкової задачі до моделі (1) і застосування до неї відомих алгоритмів [12,13] не було б таким ефективним. Тому для задачі про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу було розроблено спеціальні алгоритми ГРП [7–9].

Загальна схема методу ГРП включає два етапи: генерацію розв’язку і пошук локального максимуму в околі цього розв’язку. При реалізації другого етапу було використано рандомізовані алгоритми локального пошуку й табу, представлені відповідно у вигляді процедур LocS і Tabu, з урахуванням структурних особливостей розв'язуваної задачі.

Для порівняльного дослідження ефективності розроблених та існуючих алгоритмів було проведено два етапи експериментальних розрахунків з розв’язання двох типів тестових задач: 24 задач, наведених у роботі [14], і 20 задач із [1]. На першому етапі порівнювались два варіанти алгоритму ГРП (GES) – GESLocS і GESTabu. Аналіз отриманих результатів показав, що кожен варіант має свої переваги. За допомогою першого варіанта (GESLocS) практично за однаковий час із другим варіантом (GESTabu) було знайдено більш якісні розв’язки. Однак для тестових задач другого типу варіант GESTabu перевершив перший варіант як за швидкодією, так і за якістю отриманих розв’язків.

На другому етапі експериментальних досліджень алгоритм ГРП [7] порівнювався з кращими на сьогоднішній день алгоритмами розв’язання розглядуваної задачі: SS [5], CIRCUT [1], VNSPR [2], RRT і MST [4]. Аналіз результатів обчислювальних експериментів показав повну перевагу алгоритму ГРП. Зокрема, для десяти задач першого типу й трьох задач другого типу за допомогою цього алгоритму було знайдено нові рекорди. Результати цих досліджень представлено у роботі [7].

Слід зазначити, що в процесі розв’язання задачі алгоритмом ГРП відшукується багато хороших розв’язків, які в подальшому ніяк не використовуються (крім найкращого розв’язку). Ефективність алгоритму можна підвищити шляхом використання таких розв’язків. Цього можна досягти, застосувавши метод path relinking [15]. Ідея його полягає у з'єднанні розв’язків шляхами та знаходженні на них кращих розв’язків.

У [8] розроблено підхід до розв’язання задачі про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу, що базується на поєднанні ідей алгоритмів глобального рівноважного пошуку [10,11] і path relinking [15]. Схема алгоритму включає три етапи. На першому етапі за допомогою алгоритму ГРП генерується поточний розв’язок. Він разом з деяким елітним розв’язком (кращим розв’язком, знайденим алгоритмом з моменту старту) є початковими для алгоритму ГРП на другому етапі, а пошук здійснюється на множині шляхів, що з'єднують ці розв’язки (ідея path relinking). Якщо відшукується розв’язок, кращий, ніж поточний, то він стає поточним. Цей етап виконується для всіх елітних розв’язків. На третьому етапі формується деяка елітна множина. Для включення в неї поточний розв’язок повинен мати хороше значення цільової функції та знаходитись досить далеко від цієї множини.

Із застосуванням цього підходу було проведено експериментальні розрахунки з розв’язання двох типів тестових задач, розглянутих у роботі [7]. При цьому використовувались: алгоритм GES Pr_LocS, що поєднує ідеї алгоритмів GESLocS і path relinking (Pr_LocS) та алгоритми GESLocS і GESTabu. Результати розв’язання цих задач [8] порівнювалися з відповідними результатами з роботи [7].

Аналіз результатів проведених експериментальних досліджень показав, що незважаючи на деяке збільшення часових затрат, найбільш ефективним для обох типів задач виявився новий варіант GES Pr_LocS алгоритму. Зокрема, з його допомогою одержано ще два нових рекорди для розв’язуваних задач.

У роботі [9] для розв’язання задачі про максимальний зважений розріз неорієнтованого графу запропоновано модифікацію алгоритму GESTabu, наведено

результати експериментальних досліджень на розширеній множині тестових задач, що підтверджують переваги методу ГРП.

Деякі результати цих досліджень наведено в таблиці. Оскільки при проведенні

Таблиця

Задача	Число вершин графу	BKS	BestFoundGES	Value	$t_{\min}$	$t_{ср.}$	$t^{\%}_{ср.}$
1	2	3	5	6	7	8	9
G7	800	2003	***2006***(20)	2006,00	2,86	7,07	7,07
G8	800	2003	***2005***(20)	2005,00	4,02	12,15	12,15
G9	800	2048	***2054***(20)	2054,00	1,95	6,22	6,22
G10	800	1994	***2000***(20)	2000,00	2,19	10,84	10,84
G14	800	3063	***3064***(20)	3064,00	7,58	337,00	337,00
G17	800	3043	***3047***(20)	3047,00	7,25	97,68	97,68
G18	800	988	***992***(20)	992,00	1,86	127,40	127,40
G19	800	903	***906***(20)	906,00	1,88	17,10	17,10
G22	2000	13358	***13359***(20)	13359,00	21,81	92,60	92,60
G24	2000	13331	***13337***(20)	13337,00	36,09	391,13	391,13
G25	2000	13326	***13340***(20)	13340,00	20,22	306,81	306,81
G26	2000	13314	***13328***(19)	13327,90	17,69	1069,62	1026,01
G27	2000	3318	***3341***(20)	3341,00	38,75	393,68	393,68
G28	2000	3285	***3298***(20)	3298,00	39,66	630,14	630,14
G29	2000	3389	***3405***(20)	3405,00	17,27	189,53	189,53
G30	2000	3403	***3413***(20)	3413,00	15,77	140,97	140,97
G31	2000	3288	***3310***(20)	3310,00	42,31	336,01	336,01
G32	2000	1402	***1410***(20)	1410,00	5,2	46,38	46,38
G33	2000	1376	***1382***(20)	1382,00	26,95	239,26	239,26
G34	2000	1372	***1384***(20)	1384,00	4,91	56,65	56,65
G35	2000	7672	***7686***(12)	7685,55	186,78	996,26	1066,24
G36	2000	7670	***7680***(1)	7676,65	3100,63	3100,63	1242,00
G37	2000	7681	***7691***(3)	7690,10	611,14	1803,06	1561,45
G38	2000	7681	***7687***(20)	7687,00	13,05	381,45	381,45
G39	2000	2395	***2408***(20)	2408,00	21,83	191,86	191,86
G40	2000	2387	***2400***(11)	2399,55	465,92	1738,83	1033,28
G41	2000	2398	***2405***(20)	2405,00	10,42	43,45	43,45
G42	2000	2469	***2481***(20)	2481,00	6,02	212,21	212,21
G46	1000	6645	***6649***(20)	6649,00	6,52	27,68	27,68
G47	1000	6656	***6657***(20)	6657,00	7,55	26,52	26,52
G51	1000	3846	***3848***(20)	3848,00	3,25	117,45	117,45
G52	1000	3849	***3851***(20)	3851,00	12,61	158,16	158,16
G53	1000	3846	***3850***(18)	3849,90	73,76	908,81	827,05
G54	1000	3846	***3852***(20)	3852,00	19,58	329,19	329,19
sg3dl146000	2744	2450	***2452***(15)	2451,50	54,98	1372,25	1069,78
sg3dl148000	2744	2446	***2448***(15)	2447,50	15,51	1186,50	986,67
sg3dl149000	2744	2424	***2426***(20)	2426,00	9,66	208,53	208,53

розрахунків кожна задача розв’язувалася 20 разів при двадцяти різних початкових наближеннях, виходячи із цього треба розглядати середні величини, що стосуються цільової

функції і часу розв’язання задач. У таблиці прийнято наступні позначення: BKS – відомий з літератури рекорд для задачі, BestFoundGES – кращі результати, отримані досліджуваним алгоритмом [9] (у дужках зазначено число знайдених рекордів при двадцяти спробах розв’язання задачі), Value – середнє значення цільової функції. $t_{\min}$ і $t_{cp.}$ – відповідно мінімальний і середній час (у сек.) знаходження рекорду, $\tilde{t}_{cp.}$ – середній час (у сек.) розв’язання однієї задачі. Якщо за допомогою алгоритму ГРП був поліпшений відомий з літератури рекорд, він виділений напівжирним курсивом.

З аналізу результатів усіх експериментальних розрахунків можна зробити висновок про високу ефективність і конкурентоспроможність методу ГРП при розв’язанні цього класу задач. З його допомогою покращено рекорди для 37 задач, для інших – знайдено відомі рекорди. За швидкодією метод ГРП також перевершує відомі методи. Таким чином, на сьогоднішній день він, безперечно, є кращим методом розв’язання задач про максимальний зважений розріз графу.

Список літератури

1. *Burer S., Monteiro R.D.C., Zhang Y.* Rank-two relaxation heuristics for MAX-CUT and other binary quadratic programs // SIAM J. on Optimization. – 2002. – **12.** – P.503–521.
2. *Festa P., Pardalos P.M., Resende M.G.C., Ribeiro C.C.* Randomized heuristics for the maxcut problem // Optimization Methods and Software. – 2002. – **17.** – P.1033–1058.
3. *Goemans M.X., Williamson D.P.* Improved approximation algorithms for maximum cut and satisfiability problems using semidefinite programming // J. of ACM. – 1995. – **42.** – P.1115–1145.
4. *Palubeckis G., Krivickiene V.* Application of multistart tabu search to the Max-Cut problem // Information Technology and Control, Kaunas, Technologija. – 2004. – **2**(31) . – P.29 – 35.
5. *Marti R., Duarte A. Laguna M.* Advanced Scatter Search for the Max-Cut Problem // INFORMS J. on Computing. – 2009. – **21**, № 1. – P. 26–38.
6. *Poljak S., Tuza Z.* Maximum cuts and large bipartite subgraphs // DIMACS Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science. – 1995. – **20.** – P.181–244.
7. *Шило В.П., Шило О.В.* Решение задачи о максимальном разрезе графа методом глобального равновесного поиска // Кибернетика и системный анализ. – 2010. – № 5. – С. 68–79.
8. *Shylo V.P., Shylo O.V.* Path relinking scheme for the Max-Cut problem within global equilibrium search // International Journal of Swarm Intelligence Research (IJSIR) – 2011. – **2**, № 2. – P. 42–51.
9. *Шило В.П., Шило О.В., Рощин В.О.* Метод глобального равновесного поиска решения задачи о максимальном взвешенном разрезе графа // Кибернетика и системный анализ. – 2012. – № 4. – С. 101–105.
10. *Шило В.П.* Метод глобального равновесного поиска // Кибернетика и системный анализ. – 1999. – № 1. – С. 74–81.
11. *Сергиенко И.В., Шило В.П.* Задачи дискретной оптимизации: проблемы, методы решения, исследования. – Киев: Наук. думка, 2003. – 264 с.
12. *Pardalos P., Prokopyev O., Shylo O., Shylo V.* Global equilibrium search applied to the unconstrained binary quadratic optimization problem // Optimization Methods and Software. – 2008. – **23**. – P. 129–140.
13. *Шило В.П., Шило О.В.* Решение задачи булева квадратичного программирования без ограничений методом глобального равновесного поиска // Кибернетика и системный анализ. – 2011. – № 6. – С. 68–78.
14. *Helmberg C., Rendl F.* A spectral bundle method for semidefinite programming // SIAM J. on Optimization. – 2000. – **10**. – P.673–696.
15. *Glover F., Laguna M., Marti R.* Fundamentals of scatter search and path relinking // Control and Cybernetics. – 2000. – **39**. – P. 653–684.

УДК 004.42

Сіпко О.М.
Черкасский государственный техологический университет, г. Черкассы
sipko@mail.ua

МЕТОД ПОСЛІДОВНОГО АНАЛІЗУ ВАРІАНТІВ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ СКЛАДАННЯ РОЗКЛАДУ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Проблема складання розкладу в будь-якому навчальному закладі є в достатній мірі вивченою. Існують розроблені математичні методи вирішення даної проблеми. Причому, єдине прийнятне рішення при цьому, полягає в переборі всіх можливих комбінацій кінцевого розкладу з урахуванням визначених обмежуючих умов. В умовах будь-якого конкретного ВНЗ, складання розкладу занять за допомогою перебору займе значну кількість машинного часу. Необхідно також враховувати, що при спробі реалізувати автоматичне складання розкладу, не є можливим урахування всіх вхідних факторів, наприклад таких, як побажання викладачів про конкретний час занять. В іншому випадку, час складання розкладу було б невизначено довгим.

Метою даної роботи є застосування методу послідовного аналізу варіантів для зменшення часу рішення задачі складання розкладу навчальних занять і збільшення точності виведених результатів.

Методика послідовного розвитку, аналізу та відсіву варіантів полягає в такому способі розвитку варіантів і побудові операторів їх аналізу, які дозволяють відсіювати безперспективні початкові частини варіантів до їх повної побудови. Оскільки при відсіюванні безперспективних початкових частин варіантів відсіюється тим самим і вся множина їх продовжень, то відбувається значна економія обчислювальних витрат [1].

Метод послідовного аналізу варіантів (ПАВ) базується на відсіюванні безперспективних елементів як за обмеженнями, так і за цільовою функцією. Його ідеї розглянемо на прикладі задачі дискретного програмування [2]:

$$\min_{x \in D(\mathrm{X})} f(x), \qquad 1)$$

при обмеженнях

$$g_i(x_1,...,x_n) \le 0, i = \overline{1,m}, \qquad 2)$$

$$x_j = Q_j, j = \overline{1,n}, \qquad 3)$$

де $Q_j = (q_{1j},\ldots,q_{nj})$ – задані кінцеві множини. Вектор $x = (x_1,...,x_n)$ назвемо розв'язком, якщо його компоненти $x_j \in Q_j, j = \overline{1,n}$. Множина всіх розв'язків позначимо через Ω. Розв'язок називається допустимим, якщо воно задовольняє нерівність (2). Множину всіх допустимих розв'язків позначимо через Ω_j. Вектор $x_{(p)} = (x_1,...,x_n), p < n$ будемо називати частковим розв'язком, якщо $x_j \in Q_j$. Якщо при цьому він може бути добудований до допустимого розв'зку $(x_1,...,x_p, x_{p+1},...,x_n)$, то будемо называти його допустимим частковим розв'язком.

Розглянемо задачу складання розкладу занять у ВНЗ [3]:

$$h_1 \cdot \sum_{t \in T} \sum_{p=1}^{P} w(p) \cdot F(p,t) + h_2 \cdot \sum_{t \in T} \sum_{k=1}^{G} D(k,t) \to max, \qquad (5)$$

де h_1 – ваговий коефіцієнт цільової функції „викладача";
t – номер робочого дня тижня;

T – множина номерів робочих днів для групи k;
p – номер викладача;
P – кількість викладачів;
$w(p)$ – функція, яка є ваговим коефіцієнтом статусу викладача;
$F(p,t)$ – функція, яка є булевою змінною;
h_2 – ваговий коефіцієнт цільової функції „студента”;
G – кількість груп;
$D(k,t)$ – функція, яка є булевою змінною.

Вагові коефіцієнти h_1 і h_2 цільових функцій „викладача” і „студента” визначаються за допомогою опитування експертів. Функцію $F(p,t)$ знаходимо з обмеження виду:

$$1 \leq M \cdot F(p,t) + Q(p) \leq M \quad \forall t \in T; \quad \forall p = \overline{1,P}, \tag{6}$$

де M – довільне додатне досить велике число і

$$Q(p) = \sum_{t=1}^{T} \sum_{s=1}^{S} x(p,t,s) \to max, \tag{7}$$

де s – номер заняття; S – кількість занять;

$$x(p,t,s) = \begin{cases} 1, \text{ якщо в день } t \text{ викладач } p \text{ проводить заняття } s; \\ 0, \text{ в іншому випадку;} \end{cases}$$

Функцію $D(k,t)$ знаходимо з обмеження виду:

$$1 \leq M \cdot D(k,t) + R(k) \leq M \quad \forall t \in T; \quad \forall k = \overline{1,G}, \tag{8}$$

де

$$R(k) = \sum_{t=1}^{T} \sum_{s=1}^{S} y(k,t,s) \to max; \tag{9}$$

де $y(k,t,s) = \begin{cases} 1, \text{ якщо в день } t \text{ у групі } k \text{ проходить заняття } s; \\ 0, \text{ в іншому випадку.} \end{cases}$

Функції $R(k)$ та $Q(p)$ – відповідно цільові функції „студента” та „викладача”. Алгоритм призначений для знаходження розв’язку з найбільшими значеннями цих функцій, поєднаних у формулі (5).

Для розв’язання задачі складання розкладу навчальних занять за допомогою методу ПАВ замість формули (1) використовуємо функцію (5), а далі слідуємо за схемою методу.

Застосувавши цей метод для вирішення задачі складання розкладу навчальних занять і взявши в якості цільової функції інтегровану цільову функцію «викладача» і «студента», були отримані наступні результати. Запропонований ітераційний метод дає можливість отримувати більш точні рішення, але при цьому час вирішення завдання збільшується в середньому в 0,46 рази. Виходячи з цього, можна сказати, що метод ефективний для задач невеликої розмірності, оскільки при великій розмірності задачі час вирішення завдання буде істотно збільшуватися.

Список літератури

1. Михалевич В.С., Кукса А.И. Методы последовательной оптимизации в дискретных сетевых задачах оптимального распределения ресурсов. – М.: Наука, 1983. – 208 с.
2. Ковалев М.М. Дискретная оптимизация. Целочисленное программирование – 2 издание, 2003. – 192 стр.
3. Сіпко О.М. Аспекти еволюційної технології для визначення області компромісу між значеннями цільових функцій „викладача” і „студента” у задачі складання розкладів // Матеріали VIII-ї міжнародної конференції „Інтелектуальний аналіз інформації”. – 2007. – С. 128.

УДК 532.59

І.П. Сіренко, О.А. Бєлоусова
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
i.sirenko@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ РОСТУ МІКРООРГАНІЗМІВ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

В роботі [1] описано і досліджено математичну модель росту періодичної культури мікроорганізмів. Модель описується системою рівнянь у безрозмірних змінних

$$\frac{dx}{dt} = x\left(\frac{y}{1+y} - \alpha\right), \ \frac{dy}{dt} = -\frac{xy}{1+y}, \ x(0) = x_0, \ y(0) = y_0, \qquad (1)$$

де x — концентрація біомаси, y — концентрація субстрату, x_0 — початкова концентрація біомаси, y_0 — початкова концентрація суб–страту, α — постійна, що характеризує ефективність перетворення субстрату в біомасу.

При $y_0 < y^* = \alpha / (1+\alpha)$, де y^* — концентрація субстрату при якій досягається максимум концентрації біомаси, модель можна інтерпретувати як відображення процесу очищення середовища з використанням мікроорганізмів.

На практиці є можливість підтримувати фізико-хімічні умови культивування (температуру, pH середовища, інтерсивність аерації тощо) постійними тому можна вважати, що культивування проводиться в постійних умовах. Тоді змінними, за якими можна проводити оптимізацію будуть початкова концентрація біомаси x_0, та субстрату y_0, а також час культивування t.

Задача оптимізації чистого доходу за припущення адекватності моделі (1) зводиться до максимізації такої функції

$$F(x_0, y_0, x, y, t) = -a_1 x_o - a_2 y_o + a_3 x + a_4 y + a_5 t + a_6,$$

де a_1 — вартість одиниці початкової біомаси, a_2 — вартість одиниці субстрату, a_3 — вартість одиниці вирощеної біомаси, a_4 — вартість одиниці використаного субстрату, a_5 — вартість роботи ферментатора за одиницю часу, a_6 — одноразові витрати на кожну ферментацію.

Розв'язок задачі оптимізації для конкретної культури мікроорганізмів і субстрату знаходиться чисельними методами.

Аналітичне дослідження існування розв'язків задач оптимізації в залежності від параметрів проводидься за допомогою функції Лагранжа.

1. Сіренко І. П. Дослідження математичної моделі росту культури мікроорганізмів. I. Основні властивості моделі // Журн. обчисл. та приклад. матем. — 2011, №1(104). — С. 121–126.

УДК 004.75

Скатков А.В., Воронин Д.Ю.
Севастопольский национальный технический университет
dima@voronins.com

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОТЕНЦИАЛА КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

В настоящее время вопросам обеспечения функциональной безопасности критических инфраструктур (КИ) уделяется особое внимание [1]. Развитие информационных технологий поддержки принятия решений по синтезу и управлению КИ должно основываться на учете особенностей организации функционирования таких систем. Критичность рассматриваемых объектов, нестационарность складывающихся информационных ситуаций, дефицит априорной информации и необходимость учета многопродуктовых потоков при комплементарном распределении ресурсов в совокупности формируют актуальность рассматриваемой задачи, имеющей множество приложений. Предлагаемая СППР по обеспечению потенциала КИ (структура изображена на рисунке 1) ориентирована на решение проблем по трем основным взаимосвязанным направлениям (анализ, управление и мониторинг КИ) и базируется на следующих аксиоматических положениях: 1. Формализация КИ требует иерархического уровня детализации ее функций и структуры; 2. Процессы моделирования в КИ требуют их диверсификации и квалиметрии; 3. Необходимо использование интегральных характеристик качества решения функциональных задач КИ, в качестве такой характеристики предлагается использовать «потенциал» как меру уровня многопродуктового баланса ресурсов и продуктов, которыми обмениваются системы в КИ, а также ценовыми соотношениями спросов и предложений; 4. Уровень взаимодействий системообразующих факторов в КИ определяет ее особую характеристику – уровень межсистемной комплементарности. На рисунке 1 использованы следующие обозначения: I-блок – блок сбора и обработки априорной информации о функционировании КИ; Q-блок – блок иерархической декомпозиции структуры КИ; A-блок – блок диверсификации и квалиметрии моделей; J-блок – блок увеличения скорости сходимости адаптивного выбора стратегии мониторинга КИ; L-блок – блок адаптивного выбора стратегии мониторинга КИ; M-блок – блок мониторинга технических мегасостояний КИ; α-модель – модель апостериорной оценки уровня реализации потенциала одной из систем КИ;

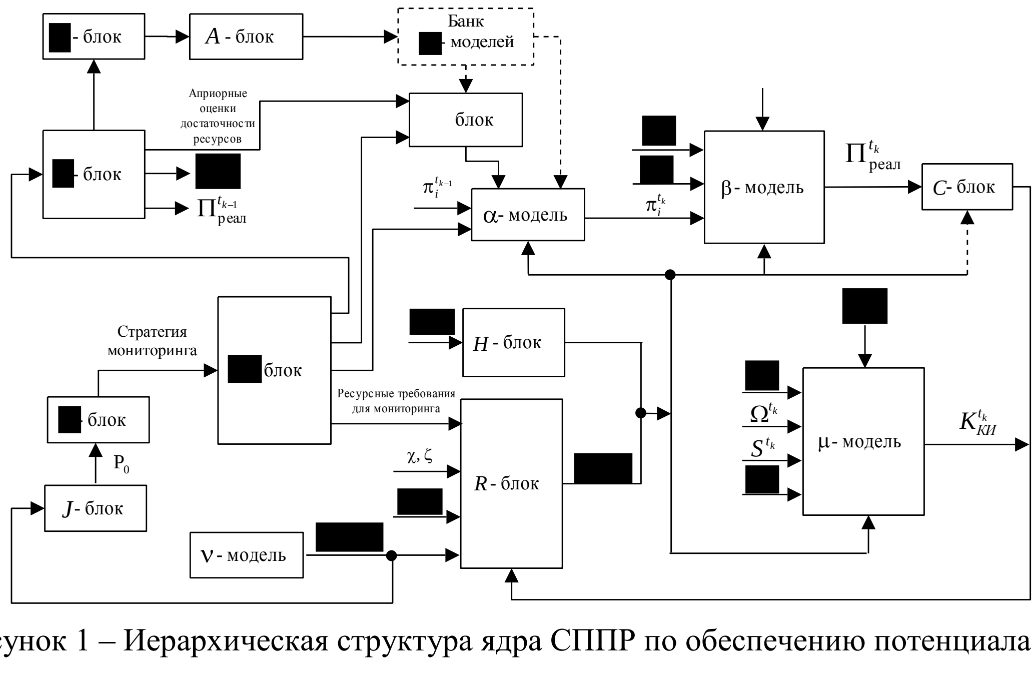


Рисунок 1 – Иерархическая структура ядра СППР по обеспечению потенциала КИ

B-блок – блок адаптивного выбора α-модели; ν-модель – модель идентификации информационной ситуации, складывающейся в КИ; R-блок – блок адаптивной настройки процесса распределения ресурсов (процедура управления КИ в условиях неопределенности); H-блок – блок распределения ресурсов в условиях полной информации; β-модель – модель апостериорной оценки уровня реализации потенциала КИ; μ-модель – модель оценки апостериорного уровня межсистемной комплементарности в КИ; C-блок – блок оценки функции потерь; $A^{t_k} = \left\{ a_1^{t_k}, a_2^{t_k}, a_3^{t_k} \dots a_n^{t_k} \right\}$ – вектор цен на продукты в КИ (здесь и далее верхний индекс сопоставлен идентификатору момента времени); $a_i^{t_k} = \left\{ \hat{a}_{i1}^{t_k}, \hat{a}_{i2}^{t_k}, \hat{a}_{i3}^{t_k} \dots \hat{a}_{im}^{t_k} \right\}$; $\hat{a}_{ij}^{t_k}$ – цена в *i*-ой системе КИ на продукт *j*-ого типа; $D^{t_k} = \left\{ d_1^{t_k}, d_2^{t_k}, d_3^{t_k} \dots d_n^{t_k} \right\}$ – вектор спроса на продукты в КИ; $d_i^{t_k} = \left\{ \hat{d}_{i1}^{t_k}, \hat{d}_{i2}^{t_k}, \hat{d}_{i3}^{t_k} \dots \hat{d}_{im}^{t_k} \right\}$; $\hat{d}_{ij}^{t_k}$ – спрос в *i*-ой системе КИ на продукт *j*-ого типа; $\Omega^{t_k} = \left\{ \omega_{11}^{t_k}, \omega_{12}^{t_k}, \omega_{13}^{t_k} \dots \omega_{mn}^{t_k} \right\}$ – потребность продукта в КИ; $\omega_{ij}^{t_k} = \left\{ \omega_{ij,1}^{t_k}, \omega_{ij,2}^{t_k}, \omega_{ij,3}^{t_k}, \cdots, \omega_{ij,q}^{t_k} \right\}$; $\omega_{ij,q}^{t_k}$ – объем продукта *q*-ого типа, синтезированного *i*-ой системой КИ и потребляемого *j*-ой системой в момент времени t_k; $\sum_i \omega_{ij,r}^{t_k} = z_{j,r}^{t_k} + e_{j,r}^{t_k}$ где $\sum_i \omega_{ij,r}^{t_k}$ – объем продукта *r*-ого типа, поставляемого для *j*-ой системы; $z_{j,r}^{t_k} = \sum_p m_{j,rp}^{t_k} \sum_k \omega_{jk,p}^{t_k}$ – объем внутреннего потребления продукта *r*-ого типа для организации функционирования *j*-ой системы; $e_{j,r}^{t_k}$ – объем внутреннего потребления продукта *r*-ого типа для эволюционного развития j-ой системы; $m_{j,rp}^{t_k}$ – объем продукта *r*-ого типа (ресурса), необходимого *j*-ой системе для синтеза единицы продукта *p*-ого типа. $S^{t_k} = \left\{ s_{11}^{t_k}, s_{12}^{t_k}, s_{13}^{t_k} \dots s_{mn}^{t_k} \right\}$ – вектор затрат, связанных с переработкой ресурса в продукт в КИ; $s_{rp}^{t_k} = \sum_i \sum_j c_{ij,rp}^{t_k} \omega_{ij,r}^{t_k}$, где $c_{ij,rp}^{t_k}$ – затраты, связанные с переработкой *j*-ой системой единицы продукта *r*-ого типа (полученного от *i*-ой системы и используемого *j*-ой при производстве продукта *p*-ого типа). $\pi_i^{t_{k-1}}$ – априорная оценка реализации потенциала i-ой системы КИ; $\pi_i^{t_k}$ – апостериорная оценка реализации потенциала i-ой системы КИ; $\Pi_{\text{реал}}^{t_{k-1}}$ – априорная оценка реализации потенциала КИ; $\Pi_{\text{реал}}^{t_k}$ – апостериорная оценка реализации потенциала КИ; $\mathrm{res}(t_k)$ – вариант комплементарного распределения ресурсов КИ в условиях полной информации; $\mathrm{vr}(t_k)$ – вариант комплементарного распределения ресурсов КИ в условиях неопределенности. С целью решения задачи анализа КИ предложен метод иерархической декомпозиции, методика оценки «потенциала», метод оценки уровня комплементарности. Реализован банк моделей, ориентированных на оценку эффективности принимаемых управленческих решений, модель идентификации информационных ситуаций, а также процедуры управления, как в условиях полной информации, так и неопределенности (при использовании адаптивного подхода). Решение задач мониторинга технических мегасостояний КИ потребовало квалиметрии мониторинга и процедур увеличения скорости сходимости адаптивного выбора стратегии. Целевым назначением системы поддержки принятия решений по максимизации потенциала КИ является представление ЛПР в реальном масштабе времени необходимой информации, используемой при принятии диспетчерских решений о комплементарном распределении ресурсов КИ.

1. Безопасность критических инфраструктур: математические и инженерные методы анализа и обеспечения: монография / В.С. Харченко [и др.] — Харьков: Изд-во «ХАИ», 2011. — 641 с.

2. Информационные технологии для критических инфраструктур: монография / А.В. Скатков [и др.] — Севастополь: Изд-во «СевНТУ», 2012. — 306 с.
УДК 004.023
Снитюк В.Є.
Черкаський державний технологічний університет
snytyuk@gmail.com, +38 050 3131342

СПРЯМОВАНА ОПТИМІЗАЦІЯ І ОСОБЛИВОСТІ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ПОТЕНЦІЙНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ

В основі спрямованої оптимізації лежить композиція елементів декількох технік: еволюційних стратегій, методів аналізу ієрархій та теорії нечітких множин. Розглянемо одномірний випадок та виконаємо узагальнення.

Необхідно розв'язати задачу пошуку $\max\limits_{x\in\Omega} f(x)$, де Ω – деякий компакт.

На макрорівні запропонований метод має такі кроки:

Крок 0. Номер ітерації $i=1$.

Крок 1. Визначаємо початкову кількість потенційних розв'язків λ та генеруємо рівномірно розподілені на Ω потенційні розв'язки $x_1^i, x_2^i, \ldots, x_\lambda^i$.

Крок 2. Обчислюємо значення функції f в точках $x_1^i, x_2^i, \ldots, x_\lambda^i$: $f_1^i = f(x_1^i), f_2^i = f(x_2^i), \ldots,$ $f_\lambda^i = f(x_\lambda^i)$.

Крок 3. Нормуємо значення f_j^i так, щоб $f_j^{ni} \in [0;1]$, $\sum\limits_{i=1}^{\lambda} f_j^{ni} = 1$.

Крок 4. Формуємо матрицю попарних порівнянь Сааті S таким чином. Серед нормованих значень функції знаходимо мінімальне f_j^{ni}, розбиваємо відрізок $[0;1]$ на 10 інтервалів: $[0;0,1),[0,1;0,2),\ldots,$ $[0,9;1]$. Тоді для всіх $h\in\{1,2,\ldots,\lambda\}$, якщо $f_j^{ni}\in[0,1k;0,1+0,1k)$ і $f_h^{ni}\in[0,1l;0,1+0,1l)$, де $k,l\in\{0,1,\ldots,9\}$, то $s_{jh}=l-k+1$. Інші елементи матриці S розраховуються так: $s_{pq}=\dfrac{s_{jq}}{s_{jp}}$.

Крок 5. Розраховуємо власні числа матриці S і для максимального власного числа $a_{\max}$ знаходимо відповідний власний вектор w. Якщо вектор w з різних причин знайти проблематично, то його елементи наближено розраховують за формулою $w_j = \dfrac{1}{s_{1j}+s_{2j}+\ldots+s_{\lambda j}}$. Значення w_j вказують на міру оптимальності (квазіоптимальності) потенційного розв'язку x_j^i.

Крок 6. Відомо [1], що наступним етапом має стати генерація «нащадків» і формування нової популяції потенційних розв'язків. Автори еволюційної стратегії пропонують одержувати «нащадків» таким чином:

$x_j^{i+1} = x_j^i + \xi(N(0,1)),\ j=\overline{1,\mu},$

де $\xi(N(0,1))$ – нормально розподілена випадкова величина з нульовим середнім та одиничною дисперсією, η – кількість «нащадків» у одного «батька». За концепцією еволюції по Ч. Дарвіну $\mu>1$, а в [2] рекомендовано вибирати $\mu\ge 7\lambda$. Остання нерівність є малодоказовою.

Ми вважаємо, що для ефективного пошуку оптимального розв'язку необхідно враховувати міру оптимальності w_j потенційних розв'язків x_j^i. Це дозволить більш детально дослідити область Ω. При цьому виникає дві гіпотези:

– чим більшим є значення w_j, тим більшим повинно бути значення σ_j при генерації «нащадків» потенційного розв'язку x_j^i:

$$x_j^{i+1} = x_j^i + \xi(N(0, \sigma_j^i)), \qquad (1)$$

що дозволить розширити область пошуку в околі кращого розв'язку, а в області найменш потенційно оптимального розв'язку область буде максимально звуженою, в т.ч. і через не перспективність її дослідження;

– навпаки, більше значення w_j є причиною глибокого дослідження околу найперспективнішого розв'язку, а більше значення відхилення дозволить детально дослідити область, віддалену від неперспективного потенційного розв'язку.

Такі дві гіпотези вимагають підтвердження, обидві вони є евристичними, не суперечать теорії і практиці стохастичної оптимізації. Ми схиляємось до правильності другої гіпотези, що підтверджується першими експериментами, але потрібні і більш глибокі дослідження.

Ще однією задачею є визначення оптимальної кількості нащадків у залежності від оптимальності розв'язку. Очевидно, що така кількість $N(x_j^i)$ залежить від міри області Ω та заданої точності потенційного розв'язку ε. Для випадку, коли Ω є відрізком $N(x_j^i) = g(L([a,b]))$, де $L(*)$ є довжиною. Визначення величини μ_j також є евристичним. На першому етапі раціонально вважати, що $\mu_j = \mu \quad \forall i \in \{1, 2, ..., \lambda\}$. Такий висновок базується на тому, що, взявши за основу другу гіпотезу, для перспективного розв'язку потрібне більш глибоке дослідження околу, а для неперспективного – більш широке. І те, й інше є однаково важливим.

Найбільш складною є задача встановлення значення дисперсії для кожного окремого розв'язку. Очевидно, що σ_j^2 залежатиме, як і у попередньому випадку, від $L([a,b])$ та ε, а також від відстані до найближчих сусідів-розв'язків. Знаходимо $d(x_j^i, x_L)$, $d(x_j^i, x_R)$ (відстань до найближчих лівого (або точки a) та правого (або точки b) сусідів-розв'язків). Нехай $d_{\max} = \max\{d(x_j^i, x_L), d(x_j^i, x_R)\}$, тоді $\sigma_j = \frac{1}{3} d_{\max}$, оскільки за правилом 3-х сігма саме 9973 точок із 10000 при генерації за формулою (1) знаходитимуться на інтервалі $(x_j^i - 3\sigma_j, x_j^i + 3\sigma_j)$.

Крок 7. На попередньому кроці виконано генерацію $\lambda \cdot \mu$ потенційних розв'язків. Знаходимо відповідні значення функції f. За цими значеннями, а також за значеннями $f_1^i, f_2^i, ..., f_\lambda^i$ визначаємо λ кращих розв'язків $x_1^{i+1}, x_2^{i+1}, ..., x_\lambda^{i+1}$ і переходимо на крок 1.

Пошук оптимального розв'язку закінчується на v-й ітерації тоді, коли на кроці 2 $\max_{i,j} \left| f_i - f_j \right|, \quad i, j = \overline{1, \lambda}$ буде меншим деякого наперед заданого $\delta > 0$, так, що і $\max_{i,j} \left| x_j^v - x_i^v \right| < \varepsilon,$ що свідчитиме про збіжність методу. Тоді, той розв'язок x_i^v, який відповідатиме значенню $f_i^v = \max_j f_j^v$ буде розв'язком поставленої задачі.

Проведені дослідження свідчать на користь запропонованого методу спрямованої оптимізації. Його верифікація на відомих тестових наборах складних поліекстремальних функцій свідчить про ефективність запропонованих ідей та технік.

Список літератури

1. Rechenberg I. Evolutionsstrategie «94". – Stuttgart-Bad GannStatt: Frommann Halzboog, 1994.– 434 p.

2. Beyer H.-G., Schwefel H.-P. Evolution Strategies: A Comprehensive Introduction / Journal Natural Computing. – 2002. – № 1(1). – P. 3–52.

УДК 519.632.8

Стеля О.Б., Стеля І.О., Пришляк К.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ
Oleg.Stelya@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ДРЕНАЖУ ПРИ НЕСТАЦІОНАРНОМУ РЕЖИМІ ҐРУНТОВИХ ВОД

Сформульована та розв’язана задача оптимізації дренування підтопленої території за умов нестаціонарного режиму ґрунтових вод. Така ситуація є характерною для населених пунктів розташованих неподалік територій з інтенсивним зрошенням. Наслідком цього є деградація земель за рахунок їх вторинного засолення, заболочення та прискорення міграції забруднюючих речовин. Вирішення цих проблем висуває нові вимоги до математичного та програмного забезпечення для підтримки прийняття рішень в галузі оздоровлення земель. Сучасним напрямком в розвитку гідрогеологічного моделювання є розвинення математичних методів для знаходження оптимальних розв’язків та включення оптимізуючих блоків в програмне забезпечення для моделювання руху ґрунтових вод.

Задача формулюється таким чином. В області Ω змінних x_1, x_2 із зовнішньою границею Γ для визначення поверхні ґрунтових вод безнапірного горизонту розглядається рівняння

$$S(x)\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = \sum_{n=1}^{2}\frac{\partial}{\partial x_n}\left(k(x)u(x,t)\frac{\partial u(x,t)}{\partial x_n}\right) - \sum_{m=1}^{p} q_m(t)\delta(x-r_m) + W(x,t), \quad (1)$$

$$x = (x_1, x_2) \in \Omega, \qquad t \in (0,T],$$

де $u(x,t)$ — гідравлічний напір, $S(x)-$ коефіцієнт вологомісткості, функція $W(x,t)-$ визначає сумарне надходження вологи на вільну поверхню ґрунтових вод, $k(x)$ — коефіцієнт фільтрації середовища, $q_m(t)$ — об’єм води, що відбирається m-тою дренажною свердловиною ($0 \le q_m(t) \le Q$) в момент часу t, $\delta\,(x-r_m)$ — дельта-функція Дірака в точці r_m, точки $x = r_m$, $m = \overline{1,p}$, визначають положення дренажних свердловин в області. Рівняння (1) розв’язується при таких крайовій та початковій умовах:

$$u(x,t) = g(x,t), \quad x \in \Gamma, \quad t \in (0,T], \quad (2)$$

$$u(x,0) = g_0(x), \quad x \in \overline{\Omega}.$$

Для визначення оптимального режиму дренажу необхідно знайти залежний від часу об’єм відбору води кожною з m дренажних свердловин, при якому функція $u(x,t)$ в заданій підобласті (ділянці яка потребує пониження рівня ґрунтових вод) $\overline{\Omega}_0 \in \Omega$ буде найближчою до функції $H(x) = R(x) - H_0$, де $R(x)$— функція рельєфу в $\overline{\Omega}_0$, H_0 — задана константа. Задача зводиться до пошуку мінімуму функціонала

$$J(q) = \int_0^T \int_{\overline{\Omega}_0} \left(u_q(x,t) - H(x)\right)^2 dxdt. \quad (3)$$

Мінімум (3) знаходиться за умови, що функція $u_q(x,t)$ задовольняє крайовій задачі (1) — (2) при заданих функціях $q_m(t)$, $m = \overline{1,p}$. Для знаходження мінімуму функціонала використовується метод проекції градієнта в комбінації з чисельними методами розв’язання крайових задач.

Моделювання здійснювалось протягом двадцяти діб в області прямокутної форми. При чому на одній із ділянок границі області підтримувався постійний рівень ґрунтових вод, а на протилежній ділянці границі рівень ґрунтових вод коливався в залежності від часу. Графік

залежності від часу відмітки вільної поверхні ґрунтових вод на цій границі наведений на рисунку 1. Дренування ділянки здійснюється за допомогою трьох дренажних свердловин.

На рисунку 2 наведено розрахований режим роботи дренажної свердловини № 1. На рисунку 3а зображено розв’язок задачі у вигляді ізоліній поверхні ґрунтових вод на момент часу 7 діб, на рисунку 3б – на момент часу 15 діб. В ці моменти часу підйом поверхні ґрунтових вод на границі досягає своїх максимальних значень. З рисунків видно, що дренування ділянки за розрахованим графіком забезпечує необхідне пониження ґрунтових вод на заданій ділянці.

Розроблена модель пристосована для спільного використання з моделлю Krisflow[1]. Використання запропонованої моделі для окремих захищених дренажем населених пунктів дозволяє розраховувати режим роботи дренажу в залежності від умов на границі області, які можуть бути розраховані модельним шляхом.

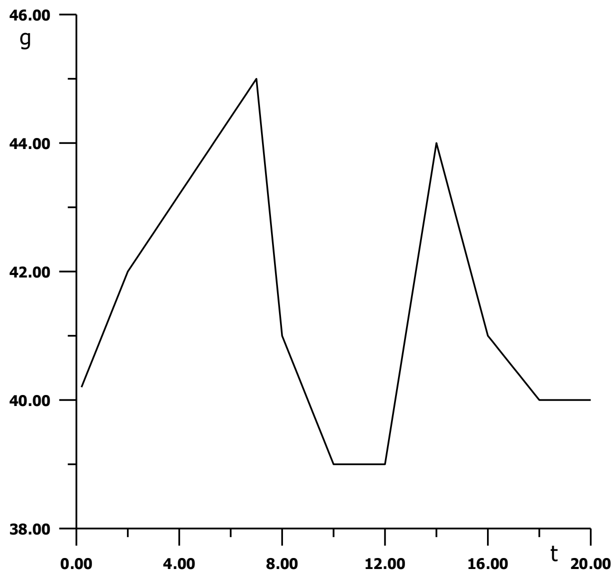


Рис. 1. Динаміка вільної поверхні на границі області

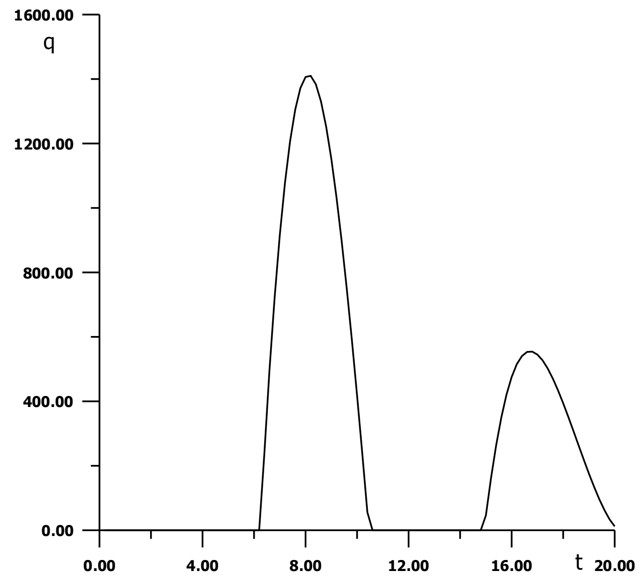
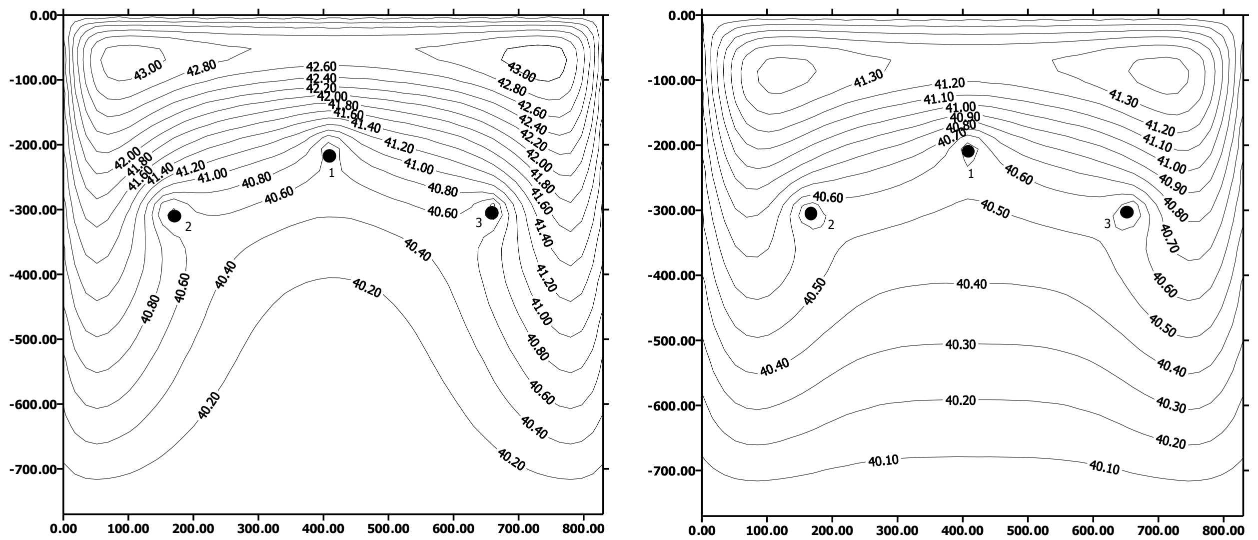


Рис. 2. Розрахований режим роботи свердловини №1



а) б)

Рис. 3. Результати чисельних розрахунків

Список літератури

1. Комп’ютерна гідрогеологічна модель KRISFLOW / Стеля О.Б., Стеля І.О. Київ. нац. ун-т, Київ, 2010. – 74 с. – Бібліогр.: 5 назв. – Укр. – Дп в ДНТБ України 18.10.10., №119-Ук’2010.

УДК 519.8

Стецюк П.И., Ивличев А.В.
Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины
stetsyukp@gmail.com, ivlichev1990@gmail.com, тел.+8-044-5262168

ТЕСТОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С *R*-АЛГОРИТМОМ ДЛЯ МЕГАБАЙТНЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ДВУХСТОРОННИМИ ГРАНИЦАМИ НА ПЕРЕМЕННЫЕ

Нахождение минимального взвешенного расстояния от заданной точки a до множества, определяемого системой линейных уравнений и двухсторонними ограничениями на переменные, соответствует следующей задаче квадратичного программирования

$$f^* = \min_{x \in R^n} (x-a)^T D(x-a) \quad \text{при ограничениях:} \quad Ax = b, \; l \le x \le u. \qquad (1)$$

где a – вектор из R^n , D – диагональная $n \times n$-матрица с положительными вещественными диагональными элементами (весами); A – $m \times n$-матрица с вещественными элементами, b – m-мерный вещественный вектор; l и u – n-мерные вещественные векторы нижних и верхних границ на переменные, соответственно. Задача (1) имеет единственное решение и оно будет одним из решений системы линейных уравнений с двухсторонними границами на переменные (задают ограничения задачи). В частном случае, если $D = I$ (единичная матрица) и $a = 0$ (нулевой вектор), то решением задачи (1) будет вектор, наименее удаленный от начала координат.

Для решения задачи (1) можно использовать стандартное программное обеспечение решения задач квадратичного программирования. Однако, если матрица A является плотно заполненной и имеет большие размеры, то многие из этих программ требуют значительного объема оперативной памяти для хранения данных в MPS-формате, что ограничивает размеры решаемых задач на современных персональных ЭВМ с гигабайтной оперативной памятью. В то же время специализированные методы решения задачи (1) позволяют увеличить размеры решаемых задач на современных ПЭВМ. В [1] приведён фрагмент расчётов для небольших m (50 и 100) и таких n, которые последовательно увеличиваются в 10 раз. Максимальное количество переменных было равным $n = 100000$ и для плотно заполненной матрицы A это требовало 100∗100000∗8 Байт или 80 Мегабайт оперативной памяти.

Численные расчеты в [1] были проведены с помощью двойственного алгоритма, который находит оптимальные множители Лагранжа $\lambda^* \in R^m$, отвечающие ограничениям-равенствам в задаче (1). Ядром алгоритма является octave-функция ralgb5 [2], реализующая вариант *r*-алгоритма Шора-Журбенко с адаптивной регулировкой шага и постоянным коэффициентом растяжения пространства $\alpha > 1$. С помощью *r*-алгоритма решается задача максимизации вогнутой дифференцируемой функции

$$\psi^* = \psi(\lambda^*) = \max_{\lambda \in R^n} \psi(\lambda), \quad \text{где} \quad \psi(\lambda) = (x(\lambda)-a)^T D(x(\lambda)-a) + \lambda^T g_\psi(\lambda) \quad . (2)$$

Здесь $x(\lambda) = \min(\max(l, a - 0.5D^{-1}A^T\lambda), u)$, а $g_\psi(\lambda)$ – градиент функции $\psi(\lambda)$ в точке λ, который вычисляется по формуле: $g_\psi(\lambda) = Ax(\lambda) - b$.

Плотно заполненные матрицы, где $n \gg m$ и объем требуемой памяти для их хранения равен Мегабайтам, будем называть мегабайтными матрицами, а отвечающие им ограничения задачи (1) – мегабайтными системами линейных уравнений с двухсторонними ограничениями на переменные. Для различных значений n и m в таблице даны расчеты с двумя тестовыми примерами: Тест1 – с полноранговой матрицей, и вырожденный Тест2 – с почти одноранговой матрицей. Полноранговая матрица A вычислялась по правилу:

A = ones(m,1)∗[1:n]/n + [1:m]'∗ones(1,n)/m; A(1:m,1:m)=diag([1:m]);

на языке octave, а почти одноранговая матрица A – по правилу:

A = ones(m,1)∗[1:n]/n + [1:m]'∗ones(1,n)/m; A(1:m,1:m)+=eps*diag([1:m];

где $eps = 10^{-7}$.

Тест1					Тест2				
n	m	itn	nfg	t(sec)	n	m	itn	nfg	t(sec)
1000000	50	250	360	528.83	100000	50	1215	3412	447.90
100000	650	2387	4695	9365.9	100000	100	2000	5339	1487.5
10000	500	1920	3824	681.54	10000	500	769	1708	286.93
10000	450	1768	3555	496.15	10000	450	2000	4607	618.96
1000	500	1973	3997	89.949	1000	500	97	152	3.8688
1000	450	1767	3539	84.000	1000	450	634	1335	23.822
500	250	984	1902	7.8114	500	250	56	88	0.70103
400	200	815	1538	4.4573	400	200	48	82	0.55126
500	500	1430	2743	38.191	500	500	350	679	9.7493
400	400	1181	2243	20.148	400	400	41	74	1.0048

Обозначения в таблице следующие: n – количество переменных, m – количество уравнений, itn – количество итераций r-алгоритма, nfg – количество вычислений значения функции ψ и ее градиента, t – время работы программы в секундах. Для всех примеров получены решения, которые соответствовали выполнению критерия оптимальности для двойственных переменных с точностью $\|g_{\psi}(\lambda)\| \le 10^{-6}$. Исключение составляют вырожденные примеры Test2 при n=10000, m=450 и n=100000, m=100, для которых программа превысила максимальное количество итераций, равное 2000.

Вычисления проводились на 64-разрядном компьютере Intel Core 2 Duo с тактовой частотой 2,66 ГГц и 2 ГБ оперативной памяти, в операционной системе Windows XP, в среде GNU Octave версии 2.9.15. Максимальные размеры строк и столбцов для матрицы A в Тест1 выбирались такими, чтобы octave-программа использовала всю свободную оперативную память компьютера. Ими оказались пример с размерами m=650, n=100000 и пример с размерами m=50, n=1000000. Для них хранение матрицы потребовало 520 и 400 Мегабайт оперативной памяти соответственно, а времена счета равнялись чуть более двух с половиной часов для первого и немногим меньше десяти минут для второго.

Из таблицы видим устойчивость r-алгоритма по отношению к выбору количества уравнений, нечувствительность к вырожденности задачи квадратичного программирования. Простые матрично-векторные операции r-алгоритма делают его перспективным для реализации на его основе методов решения мегабайтных систем линейных уравнений с двухсторонними границами на переменные в системах параллельных или распределенных вычислений.

Список литературы

1. Стецюк П.И. О решении системы линейных уравнений с двусторонними ограничениями на переменные // Алгебра и линейная оптимизация. Тезисы международной конференции, посвященной 100-летию С.Н.Черникова. Екатеринбург, 14–19 мая 2012 года. – Изд-во "`УМЦ-УПИ"', Екатеринбург, 2012. – С. 155–157.
2. Стецюк П.И. Субградиентные методы с преобразованием пространства для минимизации овражных выпуклых функций // Современные проблемы прикладной математики и меха-ники: теория, эксперимент и практика [Электронный ресурс] / Международная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, Россия, 30 мая – 4 июня 2011 г., Новосибирск, ИВТ СО РАН, 2011, № гос. регистрации – 0321101160, Режим доступа: http://conf.nsc.ru/files/conferences/niknik-90/fulltext/37828/53979/Stetsyuk.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 06.09.2012).

УДК 51-77+519.854

Тарасова О.В.
olga_ta@bigmir.net

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІЇ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО РЕЙТИНГУ

Телевізійний ринок має деяку особливість, що відрізняє його від інших ринків. Телебачення пропонує населенню послуги з трансляції телевізійних продуктів – програм, передач, фільмів, серіалів, музичних кліпів. Споживачами телепродуктів виступають телеглчядачи. Українські реалії є такими, що ефірний телевізійний продукт для споживача є безкоштовним, кабельний та супутниковий передбачає деякі споживчі витрати. В таких умовах реклама виступає основним джерелом фінансування діяльності ефірних комерційних телеканалів.

Для розуміння масштабів аудиторії, її кількісних та якісних характеристик ринок користується єдиною медійною валютою – рейтингом аудиторії.Регулярне соціологічне вибіркове дослідження є основним джерелом знань про аудиторію та формує інформаційну базу для медіапланування [1,2].

Різні методи отримання даних теледивлення обираються різними телеринками: щоденникові, піплметричні з різною часовою одиницею виміру. Зокрема, в Україні застосовуються піплметричнідослідженя з посекундним вимірюванням, в Росії та більшості країн Європи аналогічне дослідження проводиться з похвилинним вимірюванням, у Білорусі та Австралії - щоденникові. Різна природа збору даних додає деяких особливостей у самі дані. Додаткових особливостей можуть вносити і вибір різних методологій збору та обробки даних компанією-дослідником[3, 4]. Тому використання досвіду інших країн у моделюванні телевізійних рейтингів з метою їх прогнозування та подальшого використання у медіаплануванні потребує врахування наведених особливостей природи даних.

У роботі розглянуто основні підходи до моделювання функції рейтингу телевізійної аудиторії з метою прогнозування. З метою розробки систем прогнозних засобів для розв’язання медійних задач українського пелеринку запропоновано застосування RTFперетворень [5].

Список літератури

1. Полуэхтова И.А.Рейтинговые исследования как инструмент телевизионного и рекламного менеджмента/ И.А.Полуэхтова// Российский рекламный ежегодник – 2007. – 2008. - №1. – С.162-170.
2. Тарасова О.В. Задача розміщення ефірних подій/ О.В.Тарасова// Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2012. - №1. – С.231-234.
3. Meyer D. The accuracy of television network rating forecasts/ D.Meyer, R J Hyndman - Model Assisted Statistics and Applications, 2005/2006. – №1 – 147-155 p.
4. Prediction strategies in a TV recommender system – method and experiments / M Setten, M Veenstra, A Nijholt [and others] // International Conference WWW/Internet – 2003. – 203-210 p.
5. Кириченко Н.Ф. Нелинейные рекурсивне регрессионные преобразователи: динамические системы и оптимизация / Н.Ф. Кириченко, В.С. Донченко, Д.П. Сербаев // Кибенетика и системный анализ. – 2005. - №3. – С. 58-68.

УДК 681.3

Терендій О.В.[1], Городенчук З.Б.[2], Шлемкевич О.Л.[3]
[1] Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
[2]Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького
[3] Львівський обласний клінічний перинатальний центр
E-mail : dept25@iapmm.lviv.ua

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОННИХ ІЄРАРХІЧНИХ АНКЕТ ТА МЕТОД ЇХ АВТОМАТИЗОВАНОГО СТВОРЕННЯ

На теперішній час системи підтримки прийняття рішень використовуються у різноманітних галузях людської діяльності. Вони спрощують роботу та забезпечують інтелектуальному агенту (особі, яка приймає рішення) можливість прийняти правильне рішення.

У даній роботі описується інтелектуалізований інтерфейс користувача, як складова автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у галузі медичної діагностики [1, 2]. Автоматизована система (АС) є універсальною, тобто вона може бути використана у різних вузькоспеціалізованих предметних областях. Перед використанням її налаштовують на певну предметну область. Система передбачає роботу користувача в одному з трьох режимів: доповнення бази знань системи, конструювання анкет та проведення опитування. У режимі конструювання анкет за допомогою інтегрованого середовища розробки анкет користувачем створюється нова або редагується вже існуюча анкета. Використовувані анкети [2] мають деревоподібну ієрархічну структуру зі зворотніми зв’язками, подану на рис. 1. Кружечками на цьому рисунку зображено запитання, паралелограмами – пропоновані варіанти відповіді, дугами – зв’язки між запитаннями. В анкеті можлива довільна кількість підрівнів ієрархії. На першому підрівні знаходяться основні запитання, а уточнюючі запитання, тобто ті, що задаються для уточнення відповіді на те чи інше запитання, знаходяться на один рівень нижче від того запитання, відповідь на яке вони уточнюють. Для відповіді, яка не потребує уточнення, вказується, для якої ознаки значення збільшується і на яку величину, при виборі даної відповіді (на рис. 1. зображено у вигляді прямокутників). Для того, щоб спростити процес формулювання запитань розроблено спеціальні шаблони [2]. Для формулювання тексту запитання пропонуються певні заготовки. У порожні поля цих шаблонів заносять необхідну в даному випадку інформацію, вибираючи її з випадаючих вікон шаблона або ж набираючи з клавіатури. В анкеті допускається довільна кількість підрівнів ієрархії.

Метою проведення опитування за допомогою створеної анкети є отримання значення масиву ознак для конкретного пацієнта. Аналіз значень складових цього масиву АС та медичним персоналом дозволяє робити загальні висновки про захворювання пацієнта. За допомогою розробленого програмного забезпечення лікар-дослідник створює анкету з потрібним для даного дослідження набором ознак (симптомів захворювань).

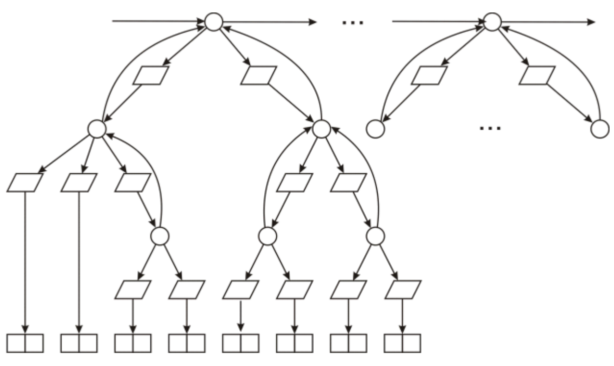


Рис. 1. Структура анкети

Використання таких анкет зменшує час проведення опитування з огляду на те, що не всі запитання анкети задаються. Величина зменшення часу проведення опитування p визначається за формулою

$$p = \sum_{j=1}^{n} \left(1 - \frac{l_j (k_j - 1)}{k_j^{l_j} - 1} \right) \cdot 100\%,$$

де n – кількість гілок анкети; j – поточна гілка; l_j – кількість рівнів ієрархії j-ої гілки анкети; k_j – кількість запропонованих варіантів відповіді на кожне запитання в j-ій гілці анкети.

У випадку, коли на кожне запитання анкети пропонується два варіанти відповідей, а анкета має два рівні ієрархії тобто для уточнення відповіді на основне запитання задається лише одне додаткове запитання, то час проведення опитування зменшується на 30%.

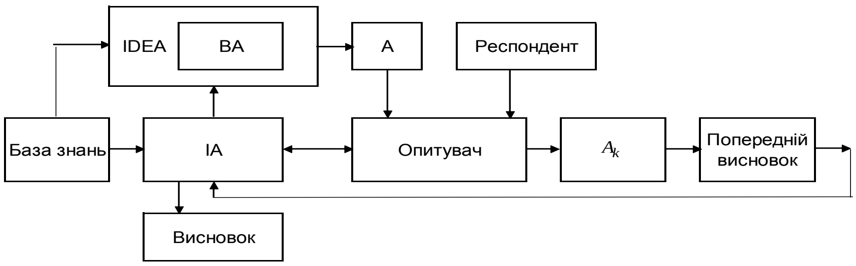


Рис. 2. Схема прийняття рішення інтелектуальним агентом.

На рис. 2 показано, як інтелектуальний агент формує електронну анкету, за допомогою якої отримуються діагностичні дані. Тут *IA* – інтелектуальний агент; *IDEA* – інтегроване середовище для розроблення електронних анкет; *BA* – банк електронних анкет; *A* – розроблена електронна анкета; A_k – відповіді k-го респондента на запитання електронної анкети *A*. Інтелектуальний агент вибирає з банку електронних анкет *BA* готову електронну анкету або ж розробляє потрібну йому для дослідження анкету в інтегрованому середовищі розроблення електронних анкет. При цьому інтелектуальному агенту надається можливість скористатися фрагментами анкет, розміщених у банку електронних анкет. Одночасно вказуються правила, з допомогою яких обробляються результати опитування респондента. На підставі цієї обробки автоматизованою системою формується попередній висновок. Після цього інтелектуальний агент або робить остаточний висновок про стан пацієнта, або створює чи вибирає іншу електронну анкету отримання додаткових діагностичних даних, на підставі яких ним робиться остаточний діагностичний висновок. Тобто перед встановленням діагнозу може відбуватися одна або декілька ітерацій проведення опитування.

З метою вияснення ефективності роботи описаного програмного продукту, нами за допомогою комплексу АС створено тестову анкету для вивчення розповсюдження ішемічної хвороби серця [2] серед дорослого населення. А також була створена анкета для оцінки рівня знань лікарів та середнього медичного персоналу про принципи успішного ведення лактації та грудного вигодовування. Анкета була використана для опитування учасників науково-практичної конференції з актуальних питань грудного вигодовування.

1. Терендій О., Сікора Л. Інтелектуальна система експертної діагностики // Комп’ютерні технології друкарства: Зб. наук. праць. Українська академія друкарства. – Львів, 2012. – № 27. – С. 54–58.
2. Терендій О.В., Бунь Р.А. Інтелектуальна система збору інформації в вузькоспеціалізованій предметній області // Моделювання та інформаційні технології: Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України. – Київ, 2007. – Вип. 41. – С. 158 – 163.

УДК 519.11.176

Тимофієва Н. К.
МННЦІТ та С НАНУ та МОН України
E-mail: Tymnad@gmail.com тел.: (044) 502 63 65

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СТРУКТУРНО-АЛФАВІТНОГО ПОШУКУ ДЛЯ ЗНАХОДЖЕННЯ ПІДКЛАСІВ РОЗВ'ЯЗНИХ ЗАДАЧ В КОМБІНАТОРНІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ

Вступ. В більшості випадків всі перебірні задачі є NP-повними. Тобто, значна частина класів задач комбінаторної оптимізації є нерозв'язними з точки зору їхньої обчислювальної складності або згідно з поняттям стійкості відносно вхідних даних. Але серед них існують підкласи розв'язних задач, для яких відомий аналітичний спосіб знаходження оптимального розв'язку. Постає проблема зведення нерозв'язних задач комбінаторної оптимізації до розв'язних. Підкласи розв'язних задач із класів нерозв'язних виділяємо за такими ознаками: а) за вибраною мірою подібності і способом моделювання цільової функції; б) за структурою вхідних даних; в) за структурою аргумента. При цьому слід ураховувати поняття складності їхнього розв'язання. Вона оцінюється як за кількістю затрачених на знаходження глобального розв'язку операцій так і за способом моделювання цільової функції та визначенням мір подібності між елементами вхідних даних. За складністю розв'язання задач виділимо такі: розв'язні аналітично, для яких відомий аналітичний спосіб знаходження глобального розв'язку. Розмірність задачі для них необмежена; розв'язні алгоритмічно, для яких існують поліноміальні алгоритми знаходження глобального розв'язку. Для них розмірність задачі може бути обмежена ресурсами ЕОМ; задачі нерозв'язні, у яких для змодельованої цільової функції не існує жодного розв'язку, який збігався б з метою дослідження.

Основна частина. Розглянемо виділення підкласів розв'язних задач за структурою вхідних даних за умови, що складність їхнього розв'язання оцінюється за кількістю затрачених на знаходження глобального розв'язку операцій. Тобто для змодельованої цільової функції існує глобальний розв'язок, який збігається з метою дослідження. Для розв'язання цієї проблеми використаємо метод моделювання структури вхідних даних функціями натурального аргументу та метод структурно-алфавітного пошуку [1].

Подамо загальну математичну постановку задачі комбінаторної оптимізації, у якій вхідні дані задано матрицями. Задачі цього класу задаються однією A або кількома множинами, наприклад A і B. Вагою назвемо величину, яка визначає залежність, що існує між елементами $a_s \in A$ і $b_l \in B$ або між елементами однієї і тієї ж множини, $s \in \{1,...,n\}$, $l \in \{1,..., \tilde{n}\}$, n – кількість елементів множини A, $\tilde{n}$ – кількість елементів множини B. Покладемо, що $n = \tilde{n}$. Значення ваг між елементами множин A і B задамо однією або двома симетричними або несиметричними матрицями C і $Q(w^k)$, де $Q(w^k)$ – комбінаторна матриця, $w^k \in W$ – аргумент цільової функції (комбінаторна конфігурація), k – порядковий номер w^k у їхній множині W. Структуру вхідних даних змоделюємо функціями натурального аргументу $\varphi(j)|_1^m$ і $f(j)|_1^m$, одна з яких комбінаторна $\beta(f(j), w^k)|_1^m$, де m – кількість елементів заданої матриці (для симетричної матриці m – кількість наддіагональних елементів).

Означення 1. Назвемо індивідуальною розв'язну задачу, якщо для неї завдяки спеціальній структурі вхідних даних, що змодельовані функціями $\beta(f(j), w^k)|_1^m$ і $\varphi(j)|_1^m$ при заданому значенні n, відомий аналітичний розв'язок.

Означення 2. Підкласом розв'язних задач назвемо множину індивідуальних розв'язних задач із спеціальною структурою вхідних даних, що змодельовані функціями $\beta(f(j), w^k)|_1^m$ і $\varphi(j)|_1^m$ одного і того ж класу, для яких існуючі аналітичні розв'язки зводяться до одного виразу при будь-якому значенні n.

Означення 3. Підмножиною розв'язних задач із певного класу задач комбінаторної оптимізації назвемо підкласи розв'язних задач, заданих функціями $\beta(f(j), w^k)|_1^m$ і $\varphi(j)|_1^m$ різних класів при довільному значенні n.

Виділення підкласів розв'язних задач із класів NP-повних і встановлення закономірності при знаходженні для них аналітичного розв'язку є досить громіздкою процедурою і вимагає великих затрат часу. Для їхнього виділення використаємо метод структурно-алфавітного пошуку, який ґрунтується на розпізнаванні структури вхідної інформації та найпростішому розв'язному випадку, який задано двома множинами перестановок, поданих системами (y) і (x), на яких уведено цільову функцію $\sum yx$. Для цих систем визначено перестановки, для яких $\sum yx$ набуває найбільшого або найменшого значень. Якщо елементи перестановки із системи (y) упорядковані від більшого елемента до меншого, а із (x) упорядковані від меншого елемента до більшого, то значення $\sum yx$ є глобальним мінімумом. Якщо елементи обох таких перестановок упорядковані від меншого елемента до більшого, то значення $\sum yx$ є глобальним максимумом. Цей розв'язний випадок не належить жодному класу із класів задач комбінаторної оптимізації.

За розробленими правилами за функціями $\beta(f(j), w^k)|_1^m$ і $\varphi(j)|_1^m$, упорядкованими за зростанням або спаданням їхніх значень, знаходимо послідовність локальних оптимумів $F = (F(w^1),..., F(w^k))$ таких, що $F(w^{k^*}) = glob \underset{w^k \in \Omega}{extr} F(w^k)$, де $extr = \{\min, \max\}$, $k, k^* \in \{1..., n!\}$. Доведення твердження, що за поліноміальну часову складність за допомогою цього методу знаходиться глобальний мінімум або близький до глобального, проводиться з використанням підкласів розв'язних задач.

В задачах комбінаторної оптимізації закономірність зміни значень цільової функції залежить від упорядкування комбінаторних конфігурацій (аргументу) та від структури вхідних даних [1]. На підмножині ізоморфних комбінаторних конфігурацій вона змінюється як для задач, аргументом яких є перестановка (ізоморфні комбінаторні конфігурації містять однакову кількість елементів або блоків). Підкласи розв’язних задач виділяємо за структурою вхідних даних, які задаються числовою і комбінаторною функціями, що змінюються як лінійні, монотонні, періодичні з різними довжинами періодів. За розробленими правилами методом структурно-алфавітного пошуку знаходится глобальний розв’язок для певних індивідуальних задач при різних значеннях n з наступним встановленням закономірності, яка дозволяє аналітично знайти єдиний глобальний розв’язок для підкласу індивідуальних задач із однаковою структурою вхідних даних.

Висновок. Виділення підкласів розв'язних задач із класів нерозв'язних проводиться в залежності від їхньої складності. Якщо вона визначається за кількістю затрачених на розв’язок задачі операцій, то таке виділення проводиться за структурою вхідних даних. З цією метою використовуємо метод моделювання структури вхідних даних функціями натурального аргументу. Методом структурно-алфавітного пошуку знаходяться глобальні розв'язки для ряду індивідуальних задач з подальшим установленням закономірності для формулювання аналітичного виразу, що задає їхній розв'язок.

Список літератури

1. Тимофієва Н.К. Теоретико-числові методи розв'язання задач комбінаторної оптимізації. Автореф. дис... докт. техн. наук / Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, Київ, 2007. – 32 с.

УДК 621

Федунов Б.Е.
ФГУП ГосНИИ авиационных систем (ГосНИИАС),
Московский Авиационный Институт (МАИ)
Boris_fed@gosniias.ru

МОДЕЛЬ «ЭТАП» В РАЗРАБОТКАХ АЛГОРИТМОВ СИСТЕМООБРАЗУЮЩЕГО ЯДРА АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Антропоцентрический объект (Антр/объект) – это некоторая физическая оболочка, содержащая совокупность: бортовых измерительных (Б/Изм/Устройств), бортовых исполнительных устройств (Б/Исп/Устройств), развитую бортовую цифровую вычислительную систему (БЦВС), экипаж (операторы) и его кабину с современным информационно-управляющем полем (ИУП). На Антр/объекте решающую роль в назначении текущего этапа сеанса функционирования (ситуационная осведомленность) и в выборе способа достижения цели этого этапа принадлежит экипажу. Оперативную интеллектуальную поддержку экипажу при решении этих задач (задачи системообразующего ядра Антр/объект) должны оказывать бортовые интеллектуальные системы. Разработка таких систем, поддерживающих процесс принятия решений экипажем Антр/объекта при решении им задач системообразующего ядра, первоочередная задача при создании бортового алгоритмического и индикационного обеспечения (АиИО) при проектировании/модернизации наиболее развитых Антр/объектов. Для определения места таких интеллектуальных систем в системе алгоритмов бортового АиИО и определения типа задач, которые они должны решать разработчики АиИО должны перейти от использованной в настоящее время модели Антр/объекта «Эпизод» к модели «Этап».

<u>Модель «Этап»</u> для Антр/объекта формализует сферу деятельности Антр/объекта и классифицирует задачи его системообразующего ядра [1].

<u>Формализация сферы деятельности</u> Антр/объекта включает в себя выделение множества генеральных задач функционирования {ГЗФ} Антр/объекта, представление каждой из них через семантическую сеть типовых ситуаций (ТС), представление каждой из них через семантическую сеть проблемных субситуаций (ПрС/С)

<u>Классификация задач системообразующего ядра</u> Антр/объекта включает в себя выделение трех глобальных уровней управления (ГлУУ): уровень оперативного целеполагания (IГлУУ – на нем решается задача назначение текущей ТС); уровень конструирования рационального способа достижения цели активизированной ТС (IIГлУУ – на нем решается задача оперативного построения конкретного фрагмента семантический сети ПрС/С активизированной ТС и решаются задачи текущей ПрС/С этой ТС)..

<u>Модель «Этап»</u> позволяем <u>классифицировать</u> бортовые интеллектуальные системы. На борту Антр/объекта размещаются:

- интеллектуальная информационная система «Ситуационная осведомленность экипажа» (ИИС СОЭ), предоставляющая экипажу на информационно управляющем поле (ИУП) кабины Антр/объекта информационную модель внешней и внутрибортовой обстановки, достаточную для адекватного назначении экипажем текущей ТС (текущего этапа сеанса функционирования) в соответствие с выполняемой ГЗФ и рангом Антр/объекта в группе (при выполнении ГЗФ группой Антр/объектов);
- интеллектуальные бортовые системы каждого этапа (типовой ситуации (ТС)) функционирования Антр/объекта (из класса бортовых оперативно советующих экспертных систем - БОСЭС ТС), рекомендующих экипажу способ достижения цели этого этапа, с глубиной проработки рекомендаций, достаточных для автоматической его реализации при согласии на это экипажа.

<u>Полноразмерная ИИС СОЭ</u> помогает экипажу решать задачи IГлУУ (рис.1.

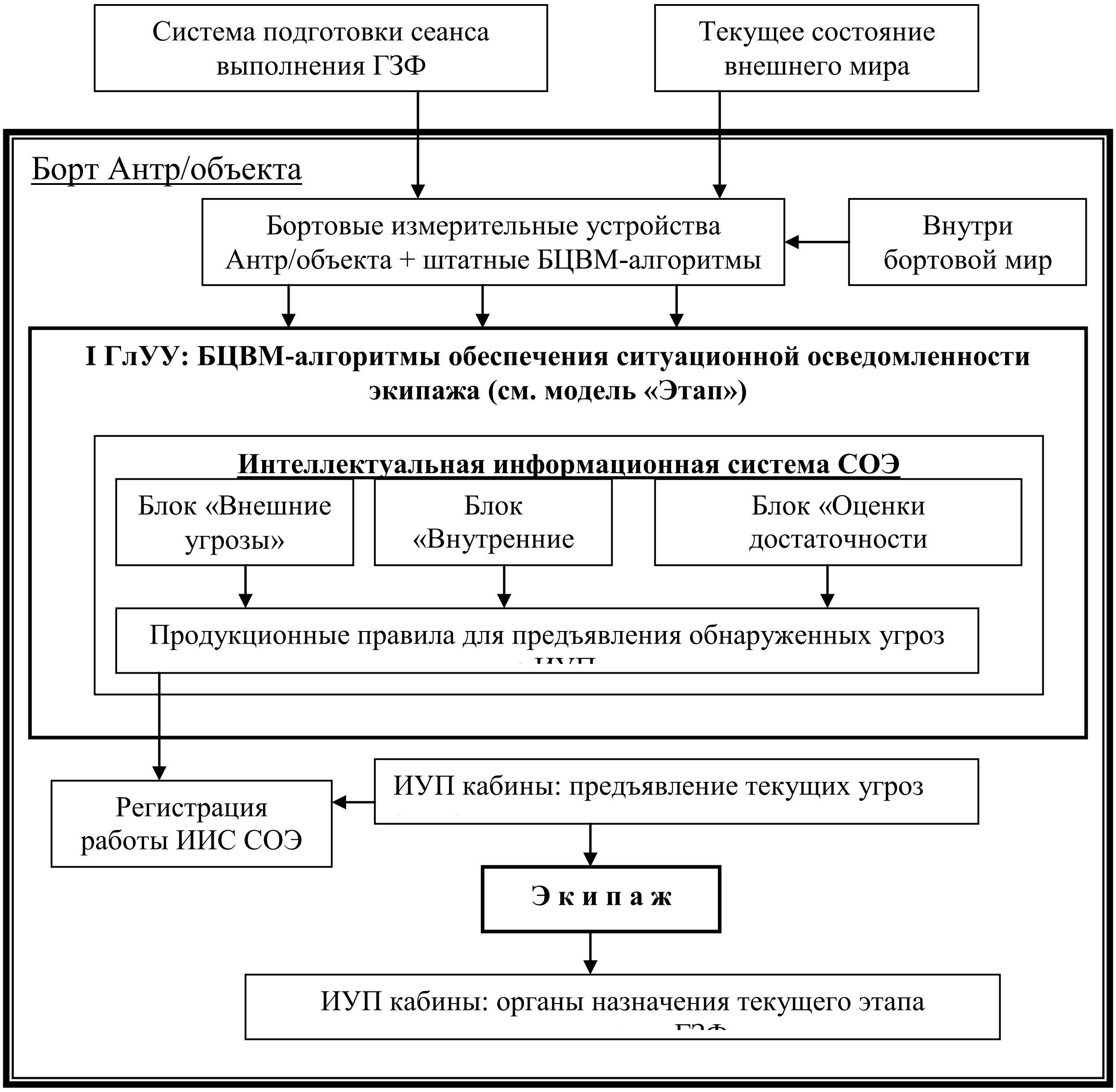


Рис.1. Функциональные блоки интеллектуальной информационной системы «Ситуационная осведомленность экипажа» и ее информационное сопряжение с бортовой информационной средой Антр/объекта.

ИИС СОЭ содержит функциональные блоки:

- блок внешних угроз, выделяющий внешние по отношению к Антр/объекту угрозы, которые мешают выполнению ГЗФ или текущего этапа выполнения ГЗФ;
- блок внутрибортовых угроз, выделяющий угрозы, которые мешают выполнению ГЗФ или текущего этапа выполнения ГЗФ;
- блок оценки достаточности для выполнения ГЗФ бортовых расходуемых средств.

Конкретный облик блоков ИИС СОЭ и математических моделей, в которых выявляются по текущей информации возникновения и развития различного типа угроз, определяется предметной областью (Пред/области) и классом Антр/объекта. Общий механизм вывода – продукционные правила. Следует отметить, что ИИС СОЭ постоянно действует на всех этапах (всех ТС) выполнения Антр/объектом его генеральной задачи функционирования. Она одна на борту. ИИС СОЭ для конкретной Пред/области описана в [2].

<u>Бортовые оперативно советующие экспертные системы каждого этапа функционирования (БОСЭС ТС)</u> решают задачи IIГлУУ для своей ТС (рис.2).

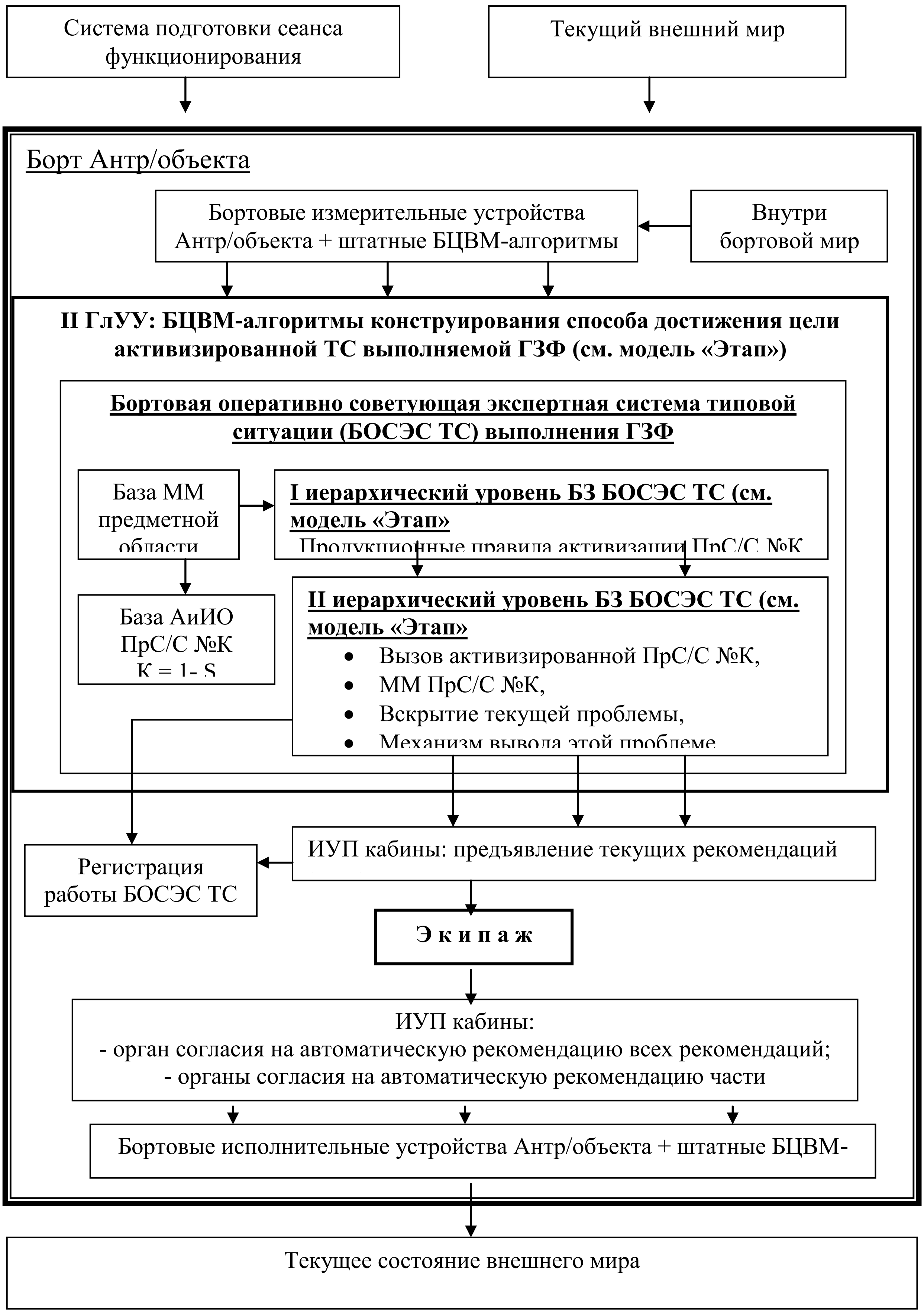


Рис.2. Функциональные блоки бортовой оперативно советующей экспертной системы БОСЭС ТС и ее информационное сопряжение с бортовой информационной средой Антр/объекта.

База знаний БОСЭС ТС имеет два иерархических уровня. На первом уровне по текущей информации активизируется ПрС/С, выбираемая продукционными правилами из имеющейся в БОСЭС ТС базы ПрС/С. На втором иерархическом уровне решаются задачи ПрС/С, активизированной на первом уровне базы знаний БОСЭС ТС. На этом уровне базы знаний используются механизмы вывода [3]:

- продукционные правила (ограниченное, как правило во взаимодействии с другими механизмами, применение для сложных Пред/областей),
- многокритериальный выбор альтернативы (пример использования для конкретной Пред/области см. в [4]),
- вывод по прецеденту (пример использования для конкретной Пред/области см. в [5]),
- оптимизационный вывод (пример использования для конкретной Пред/области см. в [6]).

Для каждой возможной ТС, состав которых определяется их семантических сетей всех ГЗФ) на борту Антр/объекта имеется своя БОСЭС ТС.

Макроэтапы разработки базы знаний бортовых интеллектуальных систем (для интеллектуальных систем типа БОСЭС ТС см. [7]), поддерживающих процесс решения экипажем задач системообразующего ядра Антр/объекта:

а) формализация Пред/области на основе модели «Этап» (для ИИС и для БОСЭС ТС),

б) разработка базовой алгоритмической оболочки (только для БОСЭС ТС, см. [8]),

в) адаптация базовой алгоритмической оболочки к бортовой информационной среде конкретного типа Антр/объекта (только для БОСЭС ТС)

Важно отметить, что при разработке бортового АиИО соотношение общих (универсальных) методов описания Пред/области и методов решения задач в ней по задачам ГлУУ существенно меняется. Роль общих методов возрастает при рассмотрении задач от IГлУУ к задачам IIIГлУУ.

По технологии превращения адаптированной базовой алгоритмической оболочки в программный продукт см. [9].

Список литературы

1. Федунов Б.Е. *Макромодель пилотируемых летательных аппаратов для разработки алгоритмов бортового интеллекта.* Журнал «Мехатронника, автоматизация, управление». №3. 2006. Приложение «Управление и информатика в авиакосмических системах». Стр.13-16.
2. В.Ф.Грибков, Б.Е.Федунов. *Бортовая информационная интеллектуальная система «Ситуационная осведомленность экипажа боевых самолетов».* В книге «Интеллектуальные системы управления». Под. редакцией акад. РАН С.Н.Васильева. Изд. Машиностроение. 2010. Стр.108-116.
3. Федунов Б.Е. *Механизмы вывода в базе знаний бортовых оперативно советующих экспертных систем.* // Изв. РАН. ТиСУ. 2002. №4.
4. Мусарев Л.М., Федунов Б.Е. *Структура бортовых алгоритмов целераспределения на борту группы самолетов* //Изв. РАН. ТиСУ. 2001, №6.
5. Б.Е.Федунов, Е.В. Шестопалов. *Оболочка бортовой оперативно советующей экспертной системы для типовой ситуации полета «Ввод группы в воздушный бой».* – М., Изв. РАН, ТиСУ, 2010, №3, стр.86 - 103
6. Демкин М.А., Тищенко Ю.Е., Федунов Б.Е. *Базовые бортовые оперативно советующая экспертные системы для дуэльной ситуации дальнего воздушного боя.*– М., Изв. РАН, ТиСУ. №.4, 2008. стр.59-75.
7. Федунов Б.Е. *Проблемы разработки бортовых оперативно-советующих экспертных систем для антропоцентрических объектов.* // Изв. РАН. ТиСУ. 1996. № 5. стр.147-159.
8. Б.Е. Федунов. *Базовая алгоритмическая оболочка бортовых оперативно советующих экспертных систем типовых ситуаций функционирования объекта.*– М., Изв. РАН, ТиСУ. №.5 , 2009. стр. 90 -101.
9. *Рыбина Г.В. Использование методов имитационного моделирования при создании интегрированных экспертных систем реального времени* // Изв. РАН, ТиСУ. 2000. №.5. С 182-191.

Чайка Д.О.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
dasha.chayka@gmail.com

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ДВОЕЛЕМЕНТНОМУ ЛАНЦЮГУ ПОСТАВОК

Розглядається двоелементний ланцюг поставок між постачальником з малого і середнього бізнесу та замовником. Замовникам стає все складніше і складніше гарантувати певний рівень попиту протягом певного терміну часу. Тому необхідно розвивати методи і системи підтримки прийняття рішень з метою узгодження процесів замовлення.

В контексті цього дослідження замовник передає план своїх потреб постачальнику. Під час процесу планування замовника розглядається фіксований діапазон часу, в межах якого жодне рішення (фіксовані потреби) не може бути змінено. Після цього діапазону рішення можуть бути переглянуті і змінені протягом заданого інтервалу, який називається гнучким діапазоном. Постачальнику передається пара (прогнозоване значення, рівень гнучкості), котра є гнучкими потребами. Рівень гнучкості виражається в термінах відсотку відхилення від прогнозованого значення. Гнучкі потреби та гнучкий діапазон визначаються в процесі співпраці між замовником і постачальником.

Для того, щоб забезпечити підтримку прийняття спільних рішень в двоелементному ланцюгу поставок, пропонується підхід для оцінки ризику вибору: стратегій планування (управління потребами) постачальником та стратегій передачі потреб (розмір фіксованого діапазону) замовником.

Оцінювання може бути зроблене за рахунок використання декількох критеріїв прийняття рішень, які базуються на вигоді, отриманій по кожному сценарію від використання кожної стратегії: критерії Лапласа, Вальда, Гурвіца, Севіджа. Результати отримані від різних критеріїв можна зібрати в діаграму ризиків, на яку менеджер, відповідальний за процес планування, може спиратись при прийнятті рішень. В цій діаграмі стратегії управління потребами розміщуються у відповідності зі схильністю особи, що приймає рішення, до ризику.

Розглядається підхід, що використовує методи теорії прийняття рішень і теорії ігор. Спершу треба визначити схильності до ризику особи, що приймає рішення (використовуючи підхід оцінювання ризиків). Далі моделюється гра двох гравців, щоб отримати рівновагу за Нешем, якщо така рівновага існує (в теорії ігор рівновага за Нешем є розвязком, при якому жоден гравець не отримає вигоди, змінюючи свою власну стратегію).

Модель поведінки замовника є моделюю цільових установок, яка є попитом у взаємозв’язку замовник/постачальник. Попит замовника може задаватися як конкретне бажане значення, так і у вигляді інтервалу бажаних значень.

Модель поведінки постачальника – це відповідна моделі цільових установок замовника задача системної оптимізації з можливістю регулювання внутрішнього потенціалу за допомогою використання додаткових годин, зміною від одно- до дво- або тризмінної робочої праці і заключенням контрактів з підрядниками на частину навантаження.

Процедура підтримки прийняття рішень для спільного управління попитом в двоелементному ланцюгу поставок дає можливість підвищити ефективність процесу спільного планування.

Література

1. P. Zarate et al. Collaborative decision making: perspectives and challenges, IOS Press, 2008.
2. Доленко Г.О. Процедури прийняття рішень при управлінні інноваціями: навчально – методичний посібник, К.: Видавничо – поліграфічний центр “Київський університет”, 2009.

Шаркаді М.М.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

МОДЕЛЬ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Оцінка конкурентоспроможності підприємства за допомогою інтегрального методу передбачає побудову єдиного зваженого критерію, який би відображав вплив складових конкурентоспроможності. Отже, ми маємо багатокритеріальну задачу.

Одним із етапів побудови інтегральної оцінки конкурентоспроможності підприємства є визначення вагових коефіцієнтів критеріїв. Однак експертам не легко оцінити ваги так, як «логіка міркувань людини не є звичайною чи навіть багатозначною, це логіка з розмитими(нечіткими) істинами та розмитими відношеннями»[2]. Тому їм простіше задавати силу впливу кожного чинника з допомогою розмитих(нечітких) оцінок. Отже, ми пропонуємо метод інтегральної оцінки конкурентоспроможності підприємства із застосуванням нечітких множин.

Побудуємо економіко-математичну модель оцінки конкурентоспроможності підприємств, яка є структурно-функціональною, дескриптивною та динамічною моделлю, що враховує випадковість та невизначеність.

Модель оцінки конкурентоспроможності підприємства представляє собою функціональне відображення виду

$$K = \{k_i\} \to I, \quad i = \overline{1,n} \qquad (1)$$

де k_i – частинні критерії конкурентоспроможності, які характеризують різні сторони діяльності підприємства і є найбільш важливими для оцінки конкурентоспроможності підприємства; n – кількість врахованих критеріїв.

Модель (1) може бути представлена у вигляді ієрархічного дерева логічного виведення, що визначає структуру моделі. Елементи дерева інтерпретуються таким чином:

- корінь дерева – рівень конкурентоспроможності підприємства (I);
- вершини другого рівня – частинні критерії конкурентоспроможності ($k_1, k_2, \cdots, k_n$), які є згортками частинних показників $\{k_{ij}\}$, $i = \overline{1,n}$, $j = \overline{1,m_i}$ де n - кількість груп показників, m_i – кількість показників в i – й групі;
- вершини першого рівня k_{ij} – частинні показники конкурентоспроможності.

Дереву оцінки конкурентоспроможності відповідає система відношень

$$I = f_I(k_1, k_2, \cdots, k_n)\ ; \qquad (2)$$

$$k_1 = f_1\left(k_{11}, k_{12}, \cdots, k_{1m_1}\right); \qquad (3)$$

$$k_2 = f_2\left(k_{21}, k_{22}, \cdots, k_{2m_2}\right); \qquad (4)$$

………………………………..

$$k_n = f_n\left(k_{n1}, k_{n2}, \cdots, k_{nm_n}\right). \qquad (5)$$

Частинні показники конкурентоспроможності k_{ij} визначаються як змінні, що задані на своїх універсальних множинах і оцінюються за допомогою нечітких термів. Чим більше термів має лінгвістична змінна, тим точніша її оцінка. Значення I та k_i , $i = \overline{1,n}$, знаходяться за допомогою нечітких згорток f_i , $i = \overline{1,n}$ [1].

Література

1. Волошин О.Ф.Моделі та методи прийняття рішень./ О.Ф.Волошин,С.О.Мащенко – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 336с.
2. Згуровський М.З. Модели и методы принятия решений в нечетких условиях./ Згуровський М.З., Зайченко Ю.П.- К.:НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2011. – 278с.

УДК 004.822

Шаронова Н.В., Канищева О.В.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
olya-kanisheva@rambler.ru, nvsharonova@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛГЕБРЫ КОНЕЧНЫХ ПРЕДИКАТОВ ПРИ ОПИСАНИИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СОЧЕТАЕМОСТИ

Введение. Актуальность работы. Автоматический семантический анализ является одной из актуальных и вместе с тем наиболее сложной задачей компьютерной лингвистики. Он является необходимым этапом создания любой системы, моделирующей человеческий интеллект. Исследования по семантике велись достаточно давно, однако каких-либо установившихся методов и приемов не было найдено Можно утверждать, что имеющиеся решения практически пригодны только для ограниченных областей [1].

Очевидно, что синтаксический и семантический анализ непосредственно связаны и ни одна задача не может быть решена без помощи другой. Основной лингвистической единицей, вокруг которой разрабатывается тот или иной прием определения смысла или содержания, является слово. Слова в предложении связаны друг с другом грамматически и по смыслу. Грамматические связи обеспечивают грамматическую правильность речи. Примеры грамматических связей: согласование прилагательного-определения с определяемым существительным в роде, числе и падеже, глагольное управление существительными. Задача грамматической сочетаемости, благодаря морфологическому анализу и специфическим маркерам (например, изменение окончания), является практически идентифицируемой, особенно для часто использующихся конструкций словосочетаний.

Смысловые связи обеспечивают правильность высказывания по смыслу, и смысловые отношения слов редко выражаются при их написании. Тем не менее, употребляя слово, мы должны согласовывать его по смыслу с другими словами. Это смысловое согласование выражается в двух типах словесной сочетаемости – семантической и лексической. Семантическая сочетаемость слова – это его способность вступать в сочетания с целыми классами слов, объединяемых общностью смысла. Например, глаголы думать, полагать, радоваться, смеяться, грустить и другие описывают различные состояния человека; значит, и сочетаться они могут лишь с такими словами, которые обозначают человека (это и есть один из семантических классов): мальчик, старик, прохожий, врач, учительница и т.п.

Лексическая сочетаемость слова – это его способность вступать в сочетания не с любым словом из какого-либо семантического класса, а только с некоторыми. Например, существует класс слов, объединяемых общим смыслом ‘множество, совокупность’: стадо, табун, стая, рой, косяк и т.п. При необходимости обозначить множество каких-нибудь животных мы не можем сочетать название любого животного с любым из этих слов. Говорят: стадо коров, табун лошадей, стая птиц, рой пчел, косяк рыбы (но не «стая рыбы или рыб», «стадо пчел», «рой лошадей» и т.п.).

Целью данной работы является исследование семантической сочетаемости слов и использование аппарата алгебры конечных предикатов, разработанной школой Ю.П. Шабанова-Кушнаренко [2] для моделирования семантических отношений в словосочетаниях.

Основной материал. Между словами в словосочетаниях существуют различные типы отношений (рис. 1). Отношения иерархии как разновидность сильных парадигматических отношений соответствуют отношениям подчинения или отношениям типа «выше–ниже». В пределах иерархических отношений различают отношения типа «род–вид» и «целое–часть» [3]. Отношение «род-вид» является одним из важнейших видов связей между понятиями. При этом родовым (подчиняющим) называется понятие, выражающее существенные признаки класса предметов, являющихся видами этого рода. Соответственно

видовым (подчиненным) называется понятие, которое отображает существенные признаки класса предметов, являющегося видом какого-либо рода.

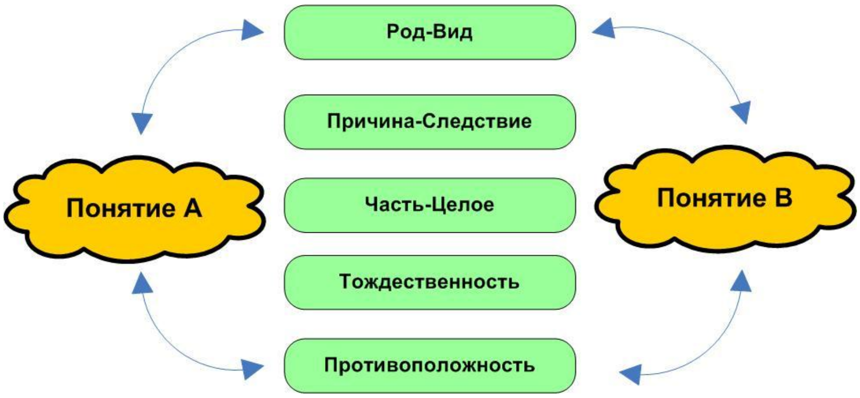


Рис. 1 Виды логических связей между понятиями

В качестве математического аппарата для моделирования семантики свободных словосочетаний предлагается использовать алгебру конечных предикатов (АКП) – универсальный математический аппарат для описания детерминированных, дискретных и конечных объектов, он позволяет описывать различные языковые закономерности в рамках единой математической модели. АКП является обобщением аппарата булевых функций и многозначной логики, дает возможность перехода от алгоритмического описания лингвистических закономерностей к описанию их в виде уравнений. Словоформы реализуют свои сочетания в контексте, и в нашем случае это словосочетание в определенной предметной области. Значение словоформы определяется лишь теми признаками, которые характеризуют ее связь со значениями слов в контексте. Семантическая сочетаемость словоформ зависит от знаний предметной области и от родо-видовой структуры [4, 5].

Родо-видовое отношение в русском языке – это бинарное отношение R, заданное на множестве словоформ D такое, что для любого $d \in D$, всегда существует d^1Rd и, кроме того, R не рефлексивно ни для одного $d \in D$, антисимметрично и транзитивно. Отношение R называют еще отношением древовидного порядка. Возможен переход от двухместного родо-видового отношения к n-местному. Каждому n-местному отношению R, заданному на n-той декартовой степени D^n множества словоформ D, можно поставить в соответствие каноническое уравнение вида: $f_R(x_1, x_2,..., x_n) = 1,$ которое связывает переменные $x_1, x_2,..., x_n$ точно так же, как и отношение R. Предикат f_R выбирается следующим образом:

$$f_R(x_1, x_2,..., x_n) = \begin{cases} 1, & если \quad (x_1, x_2,..., x_n) \in \mathrm{R} \\ 0, & если \quad (x_1, x_2,..., x_n) \notin \mathrm{R}, \end{cases} \qquad (1)$$

где $(1,2,..., n)$ – количество уровней иерархии. Записав предикат f_R в виде формулы АКП, получаем аналитическую запись отношения R в форме уравнения (1). Слова, связанные родо-видовыми отношениями, представляют собой лексико-семантические классы с иерархической структурой, описываемой в виде родо-видовых деревьев [4, 5].

1. Марчук Ю. Н. Компьютерная лингвистика / Ю. Н. Марчук. – М. : АСТ Восток – Запад, 2007. – 317 с.
2. Бондаренко М. Ф. Теория интеллекта / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнаренко : учебник – Х. : ООО «Компания СМИТ», 2006. – 576 с.
3. Касаткин Л.Л. Русский язык / Л. Л. Касаткин, Е. В. Клобуков, Л. П. Крысин: учебник – М. : Издательский центр "Академия", 2001. – 768 с.
4. Замаруева И.В. Математические модели семантики свободных словосочетаний с родо-видовими компонентами и их применение в АИС. – Дис. … кан. техн. нак. – Харьков: ХТУРЭ, 1990. – 170 с.
5. Булкин В.И., Шаронова Н.В. Математические модели знаний и их реализация с помощью алгебропредикатных структур. – Монография. – Харьков, НТУ «ХПИ», Донецк, МЭГИ, 2010.

УДК 519.854

Шило В. П.[1], Градинар І. П.[2]
[1]Інститут кібернетики ім. В. М. Глушкова НАН України
[2]Ужгородський національний університет
e-mail: v.shylo@gmail.com

РОЗВ'ЯЗАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ ЗНАХОДЖЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ НЕЗАЛЕЖНОЇ МНОЖИНИ ВЕРШИН ГРАФУ

Нехай задано неорієнтований граф $G = G(V,E)$ з множиною вершин $V = \{v_1,...,v_n\}$ і множиною ребер $E = \{e_1,...,e_m\}$. Множина $I \in V$ вершин графу G – незалежна, якщо ніякі дві її вершини не зв'язані ребром, тобто

$$I = \left\{v \in V \mid \forall v_1, v_2 \in I,\ \exists e = \left(v_1, v_2\right) \in E\right\}.$$

Незалежна множина $I_{\max} \subset V$ є максимальною [1], якщо для будь-якої незалежної множини I виконується співвідношення $|I_{\max}| \ge |I|$, $|I|$ – потужність множини I. Незалежна множина I є максимальною за включенням, якщо вона не є підмножиною жодної іншої незалежної множини. Будь-яка максимальна незалежна множина вершин графу є максимальною за включенням.

Зазвичай розглядають задачу знаходження максимальної незалежної множини вершин графу або незалежної множини максимальної ваги. В реальному житті часто виникають задачі, в яких необхідно досягти максимального результату (ваги, прибутку і т.д.) при обмежених ресурсах (об'ємі, затратах та ін.). У даній роботі розглядається задача знаходження незалежної множини максимальної ваги та обмеженого об'єму. Подібні задачі виникають, наприклад, при маршрутизації транспортних засобів. Нехай кожній вершині $v_i \in V$ графу $G(V,E)$ поставлені у відповідність її вага $w_i \in R$ та об'єм $q_i \in R$. Обмеження на максимальний об'єм незалежної множини – $Q \in R$. Математична модель задачі наступна: знайти

$$\max\left\{ f(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i x_i \right\}$$

при обмеженнях

$$x_i + x_j \le 1,\ (v_i, v_j) \in V, \quad i, j = 1, \ldots, n = |V|,$$
$$\sum_{i=1}^{n} q_i x_i \le Q,$$
$$x_i \in \{0,1\}, \quad w_i, q_i, Q \in R, \quad i = 1, \ldots, n.$$

Для даної задачі розроблено алгоритм, що базується на використанні ідей алгоритмів розв'язання задач знаходження максимальної незалежної множини [1], максимальної ρ-щільної множини [2] та максимального k-plex (co-k-plex) [3] вершин графу.

Список літератури

1. Сергиенко И. В. Задачи дискретной оптимизации: проблемы, методы решения, исследования / И. В. Сергиенко, В. П. Шило – К.: Наукова думка, 2003. – 264с.
2. Шило В. П. Приближенное решение задачи нахождения максимального ρ-плотного множества вершин графа / В. П. Шило, В. А. Рощин, И. П. Градинар // Компьютерная математика. – Киев: Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, 2011. – № 1. – С. 157-164.
3. Шило В. П. Наближений алгоритм знаходження максимального k-plex (co-k-plex) графу / В. П. Шило, І. П. Градинар, В. І. Ляшко // Наукові записки НаУКМА: Комп'ютерні науки. – 2011. – Т. 125. – С. 17-22.

УДК 519.85

Н.В. Шовгун
НТУУ «КПИ»
shovgun@gmail.com

МЕТОДЫ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА

Большую часть среди активных операций коммерческого банка занимают кредитные операции. Соответственно кредитный риск, связанный с возможным неисполнением своих обязательств заемщиком, является одним из основных банковских рисков. Для оценки кредитного риска необходимо не только оценить кредитоспособность заемщика (индивидуальный уровень), но и определить какое влияние на кредитный портфель банка оказывает решение о кредитовании заемщика (портфельный уровень). Для оценки кредитоспособности используют различные методы, в том числе и методы на основе нечеткой логики. Этот подход дает возможность учесть не только количественные, но и качественные характеристики заемщика, и работать с неопределенность, которая может присутствовать во входных данных.

Для решения задачи оценки кредитоспособности физических и юридических лиц использовались нечеткий контроллер Мамдани, каскадная нео-фаззи сеть и нечеткая нейронная сеть (ННС) TSK. Входными данными являются параметры кредита и характеристики заемщика. Набор характеристик заемщика, используемых для оценки его кредитоспсобности отличается для юридических и физических лиц, так для юридических лиц основными показателями являются агрегированные показатели финансовой отчетности, такие как коэффициенты ликвидности, финансовой устойчивости, платежеспособности, деловой активности (оборачиваемости) и прибыльности (рентабельности), то для физических лиц основными показателями при оценке их кредитоспсобности являются заработная плата, стаж работы, возраст, наличие недвижимости. Эти входные данные представляются лингвистическими переменными, описывающие кредитную заявку.

Нечеткий контроллер Мамдани и ННС TSK реализуют нечеткий алгоритм логического вывода. В предложенных методах параметры функций принадлежности переменных настраиваются в процессе обучения сети, поэтому нет необходимости в знаниях экспертов для настройки правил. В работе использовались колоколообразная и гауссовская ФП переменных для нечетких нейронных сетей TSK и нечеткого контроллера Мамдани, число правил сети выбрано 7. Для каскадной нео-фаззи сети число каскадов ограничено 20. ННС TSK с разными ФП дает почти одинаково хорошие результаты, хуже всего показал себя НК Мамдани с колоколообразной ФП. Выходными данными является не только решение о выдачи кредита, но и принадлежность заемщика группе по уровню кредитного риска «Низкий», «Средний», «Высокий».

Кредитный портфель банка формируется на основе критерия максимизации дохода от кредитных операций с учетом ограничения на выделяемые денежные ресурсы.

$\max(F(n_i, R_i))$, при

$g(n_i) \le K$,

$n_i = \{0,1\}$,

где К – лимит кредитования, $g(n_i)$ - выданные кредиты, $F(n_i, R_i)$ - доходность портфеля, R_i - уровень кредитоспособности заемщика, n_i - решение о выдаче кредита.

Доходность по выданным ссудам зависит от уровня кредитоспособности заемщика R_i, который может задаваться, например, нечетким треугольным числом. Таким образом, получаем задачу нечеткого математическое программирования с нечеткой целевой функцией.

Литература

1. Зайченко Ю.П. Оценка кредитних банковских рисков с использованием нечеткой логики// Intelligent Information and Engineering Systems. – 2008. - №13 – с. 190-200
2. Бодянский Е.В. Каскадная эфолюционная нейронная сеть с нео-фаззи-нейронами в качестве узлов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Вып. 4/3 (52). – С. 55–58.
3. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. – К.: Издательский дом «Слово», 2008. – 334с.
4. Вітлінський *В.В.* Кредитний ризик комерційного банку: Навчальний посібник. — Київ: Т-во «Знання», 2000. — 251 с.

УДК 519.8

Штимак А.Ю.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ЗНАНЬ СТУДЕНТА В УМОВАХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ

При підготовці фахівців у вищій школі, згідно з принципами Болонського процесу, замість парадигми «знання-уміння–навички», пропонується використовувати принципово нову парадигму освіти, побудовану на формуванні у студентів певних компетенцій та діагностування рівня компетентностей випускників вищого навчального закладу.

Компетентнісний підхід до вищої освіти означає, що результат вищої освіти діагностується як підготовленість випускника вищого навчального закладу до здійснення професійної діяльності, такого що має не тільки знання, уміння і навички по спеціальності підготовки, але і певні особисті якості, такі як мотивація до продуктивної діяльності, рівень розвитку інтелекту. Базовою тріадою компетентності являються знання, досвід і здібності.

Однією із проблем у вищих навчальних закладах є проблема оцінювання знань студента, які він набуває в процесі навчання, і які впливають на формування компетенції «знання». Істотною особливістю являється складність кількісного оцінювання процесу навчання. Не існує однозначно визначеного переліку показників якості підготовки, так як немає чіткого представлення, які кількісно вимірювані фактори на нього впливають, якими оціночними показниками вони визначаються, яка достовірність цих показників та ін. Нечіткість таких представлень дозволяє застосувати до визначення кількісного описання досліджуваних параметрів теорію нечітких множин.

В умовах кредитно-модульної системи, студент накопичує бали за роботу протягом семестру, а потім відповідний підсумковий рейтинг переводиться у звичайну оцінку. Але види робіт, які пропонуються студенту протягом вивчення деякої дисципліни вимірюються у різних одиницях, а тому проблематичною є пряма накопичувальна система.

Величина рейтингу студента з дисципліни виражається в балах і максимальна сума балів за семестр – 100. Вона складається із суми балів за модульний контроль; за поточну роботу студента протягом семестру; за самостійну, індивідуальну, науково дослідну роботу та ін. Крім того, на кожен вид робіт впливають різні фактори.

Для оцінювання кожного виду робіт можуть використовуватися різні шкали. Але незалежно від шкали оцінювання, повинні виконуватися співвідношення між оцінками ECST-шкали і підсумковими оцінками. Одна із шкал оцінювання знань за кредитно-модульною системою має наступний вигляд: 1-34 – «неприйнятно», 35-49 – «незадовільно», 50-54 – «достатньо», 55-64 – «задовільно», 65-79 – «добре», 80-89 – «дуже добре», 90-100 – «відмінно». Пропонується замінити оцінки на нечіткі множини з лінгвістичними мітками-оцінками: неприйнятно, незадовільно. достатньо, задовільно, добре, дуже добре, відмінно. Для оцінки знань студента, у відповідності з представленою шкалою, оцінки по кожному впливовому фактору замінюються на нечіткі значення, за наступною схемою

$$\mu_j(x) = \frac{бал - (нижня\ межа\ градації - 1)}{розмах\ градації}.$$

Використовуючи лінгвістичну змінну «оцінка» і відповідні функції належності, визначається оцінка знань студента по кожному виду робіт і виводиться чітке значення як середнє зважене за формулою $x = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(x_i)\ x_i}{\sum_{i=1}^{n} \mu_i(x_i)}$. Визначаючи таким чином оцінку знань по окремих видах робіт, підсумкова оцінка знань з дисципліни визначається сумою оцінок кожного виду робіт з урахуванням вагових коефіцієнтів, які визначаються в залежності від виду робіт.

УДК 519.681.5

Яджак М. С.
Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
E-mail: dept25@iapmm.lviv.ua

ПРОБЛЕМА ЕФЕКТИВНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕЯКИХ ПАРАЛЕЛЬНИХ АЛГОРИТМІВ ЦИФРОВОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ

Нами розглядається задача цифрової фільтрації (ЗЦФ), яка в загальному випадку полягає у виконанні деякої кількості перерахунків згладжування масиву значень змінних через рухоме вікно заданого розміру [1]. Зазвичай сформульовану ЗЦФ необхідно розв'язувати в режимі реального часу під час попереднього оброблення сигналів, плоских та просторових зображень, масивів експериментальних даних тощо. З цією метою для різних варіантів такої задачі були запропоновані оптимальні за швидкодією та використанням пам'яті паралельно-конвеєрні алгоритми (ПКА) [2]. Зауважимо, що оптимальність у цьому випадку була доведена у класі алгоритмів, які є еквівалентними за інформаційним графом.

Запропоновані ПКА зорієнтовані на реалізацію на відповідних спеціалізованих обчислювальних засобах – квазісистолічних структурах (КСС), які відрізняються від чисто систолічних тим, що дозволяють передачу даних від однієї «інстанції» одразу в декілька «точок прийому», дещо порушуючи при цьому локальність зв'язків між функціональними елементами. Наведений недолік технічно легко усувається унаслідок використання в системах комутації та зв'язку оптоелектронних елементів. Фактично КСС точно «копіюють» потактові схеми відповідних ПКА. Завдяки невеликим розмірам та високій швидкодії такі обчислювальні засоби є придатними для використання з метою оброблення швидкопоступаючої інформації у відповідних блоках бортових систем для літальних та підводних апаратів, мобільних наземних пересувних комплексів тощо.

Більш доступними для широкого кола користувачів є паралельні обчислювальні засоби універсального призначення, зокрема, системи зі спільною та розподіленою пам'яттю. У зв'язку із цим для розв'язання одно-, дво- та тривимірної ЗЦФ було розроблено алгоритми з обмеженим паралелізмом (АОП) [2] та проаналізовано можливість ефективної реалізації деяких із них на обчислювальних системах зі спільною пам'яттю, кластерах [3] та системах зі структурно-процедурною організацією обчислень (ССПОО) [4].

На підставі аналізу потактових схем розроблених АОП встановлено, що ефективність їх виконання на паралельних системах зі спільною пам'яттю залежить від вибору (на програмному рівні) способу синхронізації гілок цих алгоритмів.

Нами показано [3], що в деяких із запропонованих алгоритмів цифрової фільтрації стосовно окремих груп гілок є можливість збільшення частки обчислювальних операцій порівняно із обмінними і розроблено архітектуру кластерних систем для реалізації таких алгоритмів. У даному випадку ефективність реалізації залежатиме від вибору (на програмному рівні) способу синхронізації гілок, які виконуються на окремому вузлі кластера.

Для ефективного виконання деяких АОП із сильнозв'язаними гілками розроблено архітектуру відповідних ССПОО. При цьому наведено приклади безконфліктного розташування даних у секторах пам'яті цих паралельних систем.

1. *Valkovskii V. A.* An optimal algorithm for solving the problem of digital filtering // Pattern Recognition and Image Analysis. – 1994.– **4**, № 3. – P. 241 – 247.
2. *Анисимов А. В., Яджак М. С.* Построение оптимальных алгоритмов массовых вычислений в задачах цифровой фильтрации // Кибернетика и системный анализ. – 2008. – № 4. – С. 3–14.
3. *Яджак М. С.* Аналіз реалізації алгоритмів з обмеженим паралелізмом для цифрової фільтрації // Відбір і обробка інформації. – 2009. – Вип. 30 (106). – С. 162 – 167.
4. *Яджак М. С.* Вирішення проблеми реалізації деяких паралельних алгоритмів цифрової фільтрації даних // Відбір і обробка інформації. – 2011. – Вип. 35 (111). – С. 116 – 121.

Ярема Василь Іванович, Повідайчик Мар'яна Михайлівна
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ДО КЛАСТЕРИЗАЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Класифікація – це важливий процес, який полягає у виокремленні однорідних об'єктів серед заданої сукупності. Розглянемо можливість використання економіко-математичних методів для класифікації регіонів за деякими ознаками (валовий регіональний продукт, валова додана вартість, частка регіону у випуску та валовій доданій вартості, індекси фізичного обсягу випуску та валової доданої вартості, валова додана вартість у розрахунку на одну особу, випуск за видами економічної діяльності, валова додана вартість за видами економічної діяльності, індекси фізичного обсягу випуску за видами економічної діяльності та ін.). Розв'язання поставленої задачі, на нашу думку, поглиблює знання про сукупність об'єктів класифікації, дозволяє аналізувати структуру множини об'єктів та виявляти в ній внутрішні зв'язки.

Задача класифікації розв'язується методами кластерного аналізу. Кластерний аналіз – це багатовимірна статистична процедура, яка опрацьовує інформацію про вибірку об'єктів та впорядковує їх у порівняно однорідні групи (кластери). При цьому критерієм якості кластеризації є вимога щільності зв'язку в середині групи та віддаленості об'єктів, що належать різним кластерам. Зазначимо також, що поняття відстані між об'єктами вимагає вибору відповідної метрики.

Розглянемо формалізований підхід до задачі класифікації, використовуючи алгоритм Крускала побудови мінімального остового дерева та метрику Махаланобіса.

Нехай задано n об'єктів (регіонів), кожний з яких характеризується вектором ознак $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, ..., r_{im})^T$, де $i = 1, 2, ..., n$, T – операція транспонування. Запишемо всі вектори R_i у вигляді матриці R:

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & & & \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{pmatrix}. \qquad (1)$$

Тоді відстанню Махаланобіса, як мірою схожості між двома векторами R_i та R_j із сукупності векторів з коваріаційною матрицею S, буде число [1]:

$$d(R_i, R_j) = \sqrt{(R_i - R_j)^T S^{-1} (R_i - R_j)}, \qquad (2)$$

де S^{-1} – обернена матриця до S.

Зауважимо, що відстань Махаланобіса є узагальненням метрики Евкліда:

$$d(R_i, R_j) = \sqrt{(R_i - R_j)^T (R_i - R_j)}. \qquad (3)$$

При використанні відстані Евкліда об'єкти, що представляються точками в n-вимірному евклідовому просторі, утворюють кластери сферичної форми, тоді як використання метрики Махаланобіса призводить до утворення еліпсоїдоподібних кластерів. Останній підхід використовується, якщо між компонентами векторів існує кореляційний зв'язок.

Розглянемо об'єкти як вершини графа, а відстані між об'єктами – як довжини відповідних ребер. Тоді задачу кластеризації можна розв'язати побудувавши мінімальне остове дерево графа – підграф, що не має циклів, сумарна довжина ребер якого мінімальна. Мінімальне остове дерево побудуємо за алгоритм Крускала [3], який реалізується у два етапи:

1) всі ребра графа впорядковуються по зростанню довжин;
2) до порожньої множини добавляється по одному ребру таким чином, щоб не утворювалися цикли.

У результаті сформована множина буде множиною ребер мінімального остового дерева.

На наступному кроці множина вершин графа розділяється на два кластери шляхом видалення найбільшого ребра мінімального остового дерева. Цей процес можна повторювати для утворення заданого числа кластерів.

Якщо розглядати об'єкти як точки у декартовій системі координат, то утворені кластери мають зручне графічне представлення (рис. 1-2). У наведеному прикладі формуються такі кластери:

I: $C_1 = \{R_1, R_7, R_8, R_3, R_5, R_{10}\}$;

II: $C_2 = \{R_2, R_4, R_{11}, R_6, R_9\}$.

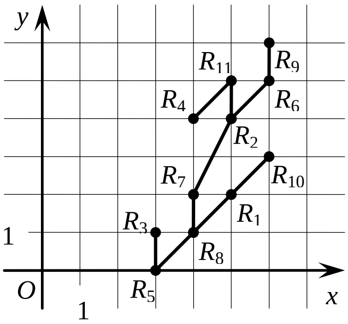


Рисунок 1. Мінімальне остове дерево, побудоване за метрикою Махаланобіса

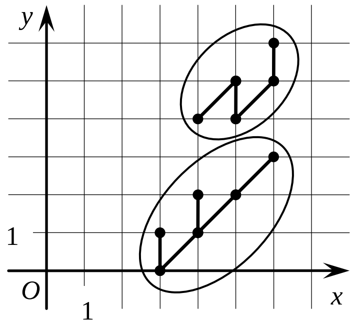


Рисунок 2. Кластери, побудовані за метрикою Махаланобіса

Зауважимо, що використання метрики Евкліда (3) призведе до побудови таких кластерів (рис. 3-4):

I: $C_1 = \{R_1, R_7, R_8, R_3, R_5\}$;

II: $C_2 = \{R_2, R_4, R_{11}, R_6, R_{10}, R_9\}$.

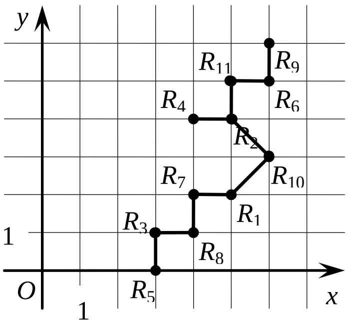


Рисунок 3. Мінімальне остове дерево, побудоване за метрикою Евкліда

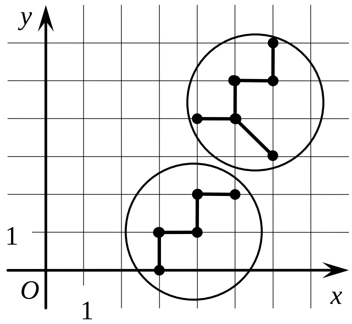


Рисунок 4. Кластери, побудовані за метрикою Евкліда

Для практичного використання описаного підходу кластеризації соціально-економічних об'єктів була розроблена комп'ютерна система, яка дозволяє автоматизувати цей процес у середовищі електронних таблиць Microsoft Excel з використанням мови програмування VBA.

Література

1. Айвазян С.А., Бежаева З.И. Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. – М.: Статистика, 1974. – 240 с.
2. Доугерти К. Введение в эконометрику: Учебник. 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: Инфра-М, 2004. – 432 с.
3. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ / Под ред. И. В. Красикова – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 1296 с.

ДОДАТОК 1

Б.О. Бойог
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ЕРГОДИЧНА ТЕОРЕМА ДЛЯ ОДНОГО КЛАСУ НЕОДНОРІДНИХ ЛАНЦЮГІВ МАРКОВА

Ланцюги Маркова можна розглядати як важливе узагальнення схеми незалежних випробувань на випадок, коли випробування залежні. Але багато реальних природознавчих і соціальних процесів не обмежуються рамками теорії однорідних ланцюгів Маркова і часто виникають моделі з неоднорідними ланцюгами Маркова.

Розглядаються деякі властивості одного класу неоднорідних ланцюгів Маркова та деякі варіанти теорем про фінальні ймовірності.

Відомо, що при здійсненні послідовностівипробувань, в кожному з яких може настати одна і тільки одна з **k** попарно несумісних подій$E_1, E_2, \dots E_k$. Позначимо через ξ_n номер події, яка настала при**n**-му випробуванні (так що, наприклад, запис $\xi_n = i$ означає, що при n-му випробуванні настала подіяE_i). Кажуть, що ця послідовність випробувань (або послідовність випадкових величин $\boldsymbol{\xi_1}, \boldsymbol{\xi_2}, \dots \boldsymbol{\xi_n}, \dots.$) утворює ланцюги Маркова, якщо ймовірність того, що при $(n+1)$-му випробуванні $(n = 1, 2, \dots)$настане певна подія E_j $j = 1, 2, \dots k)$, залежить лише від того, яка подія настала при n-му випробуванні, і не залежить від результатів попередніх випробувань.

Згідно з означенням ланцюга Маркова при будь-яких

$n, i, j (i, j = 1, 2, \dots k \,;\, n = 1, 2, \dots)$, визначені умовні ймовірності

$$P(\xi_{n+1} = j/\xi_1 = k_1, \dots, \xi_{n-1} = k_{n-1}, \xi_n = i) = P(\xi_{n+1} = j/\xi_n = i) = p_{ij}(n).$$

Ергодична теорема Маркова наступна.

Теорема. Нехай множина станів ланцюга Маркова скінченна, і існує $s \geq 1$, для якого $p_{ij}(s) > 0, i, j = 1, \dots., k$. Тоді для довільного $j = 1, \dots., k$ існують границі

$$\lim_{n \to \infty} p_{ij}(n) = p_j.$$

Граничні ймовірності p_j не залежать від початкового стану i, і є єдиним розв'язком системи

$$\sum_{r=1}^{k} p_r \, p_{rj} = p_j, \qquad \sum_{j=1}^{k} p_j = 1.$$

Розглянемо неоднорідні ланцюги Маркова, в яких переходи за перший крок відбуваються з матрицею переходу P_1, за другийP_2, …, за k-ийP_k, потім знову заk+1-ий згідно з матрицею P_1, за k+2-ий за матрицею P_2, і так далі, і $R = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot \dots \cdot P_k$.

Нехай $P_1 = P$, $P_2 = Q$, $R = P \cdot Q$.

Теорема 1. Якщо матриці P і Q комутативні, тобто $PQ = QP$, то для матриці $R = P \cdot Q$, тобто для неоднорідного ланцюга Маркова з матрицями P і Q, з умовою, що існує $s \geq 1$, таке, що $P^s > 0$, то виконується ергодична властивість:

$$\lim_{n \to \infty} r_{ij}(n) = r_j,$$

для довільних $i, j = 1, 2, \dots k$.

Теорема 2. Нехай матриці P_1, P_2, P_3, які характеризують неоднорідний циклічний ланцюг Маркова задовільняють умови:

1) $P_1P_2 = P_2P_1$, $P_1P_3 = P_3P_1$,
2) існує таке $s \geq 1$, що $P_1^s > 0$.

Тоді для матриці $R = P_1P_2P_3$ виконується властивість:

$$\lim_{n\to\infty} r_{ij}(n) = r_j,$$

для довільних $i, j = 1, 2, \dots k$.

Отже, для моделі неоднорідного ланцюга Маркова ми розглядали такі умови, при яких в циклічних ланцюгах Маркова виконувалася аналог теореми про фінальні ймовірності.

Література

1. Б. В. Гнеденко: Курс теории вероятностей.-М.:Наука, 1988.
2. П. В. Слюсарчук: Теорія ймовірностей та математична статистика, Ужгород: Карпати, 2005.
3. В. Феллер: Введение в теорію вероятностей и ее приложения. В 2-х т.- М.:Мир, 1984.

УДК 512.547.25

Бортош М. Ю.
Ужгородський національний університет

ПРО ДИКІСТЬ ОПИСАННЯ ДЕЯКИХ МОДУЛЯРНИХ МАТРИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЦИКЛІЧНОЇ 2-ГРУПИ НАД КОМУТАТИВНИМИ ЛОКАЛЬНИМИ КІЛЬЦЯМИ

В [1] показано, що скінченна p-група порядку $|G| > 1$ над комутативним локальним кільцем K характеристики $p^s (s > 1)$ не є дикою тоді і тільки тоді, коли $|G| = p$ і $V = Kp$, де V — максимальний ідеал кільця K .

Встановлено дикість описання з точністю до еквівалентності матричних зображень спеціального вигляду скінченної циклічної 2-групи G порядку $|G| > 2$ над деякими комутативними локальними кільцями характеристики 2 .

Теорема 1. Нехай G — скінченна циклічна 2-група порядку $|G| > 2$, K — комутативне локальне кільце характеристики 2 і $RadK$ породжена елементами u і v такими, що $u^2 = uv = v^2 = 0$. Тоді задача описання K-зображень групи G з точністю до еквівалентності є дикою.

Теорема 2. Нехай $\Gamma : a \to E + A$ — матричне зображення скінченної циклічної 2-групи G порядку $|G| > 2$ над комутативним локальним кільцем K характеристики 2, де $A = uB + vD$ і $RadK$ породжена елементами u і v такими, що $u^3 = uv = v^2 = 0$. u^2, v — мінімальна система твірних елементів ідеалу ним породженого. Якщо $\overline{B} = 0$, то задача описання K-зображень заданого вигляду є дикою.

1. Гудивок П.М., Погоріляк В.И. Матричные представления конечных p-групп над коммутативными локальными кольцами характеристики p^s , Укр. матем. ж., 2002, 54, №6, 764-770.
2. Гудивок П.М. Представления конечных групп над коммутативными локальными кольцами. — У.: Видавництво УжНУ, 2003.

В.С. Воринка, Ф.Е. Гече
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

РЕАЛІЗОВНІСТЬ БУЛЬОВИХ ФУНКЦІЙ ОДНИМ НЕЙРОЕЛЕМЕНТОМ

Інтелектуальні системи на основі штучних нейронних мереж дозволяють успішно вирішувати проблеми розпізнавання образів, виконання прогнозів, задач керування і так далі. Традиційні підходи до вирішення цих проблем не завжди мають необхідну ефективність та гнучкість, тому застосування нейромереж набувають все більшої популярності.

Нейромережеві технології використовуються в економіці, медицині, промисловості, багатьох інших сферах науки і технології, вони здатні вирішувати багато прикладних завдань, пов'язані з моделюванням, прогнозуванням, оптимізацією[1].

Один з напрямків розвитку сучасної математики та інформатики – нейрофункції і представлення множин бульових векторів матрицями толерантності. За допомогою цього математичного апарату успішно вирішуються актуальні проблеми нейрологіки, розпізнавання та класифікації образів.

Отримано ряд необхідних та достатніх умов реалізовності бульових функцій одним нейронним елементом[2]. Розроблено алгоритм представлення множин бульових векторів матрицями толерантності. Цей алгоритм може бути успішно використано і до ядра нейрофункції. Показано, що коли ядро нейрофункції допускає зображення матрицями толерантності, то функція належить до класу нейрофункцій.

Література

1. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. - М., 1992 р.
2. Гече Ф. Аналіз дискретних функцій та синтез логічних схем у нейробазисі: [Монографія] / Ф. Гече. – Ужгород: Видавництво В. Падяка, 2010 – 210 с.

Гуснай Ю.В., Кузка О.І.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
e-mail: husnaj23@gmail.com

ПОРІВНЯННЯ ІТЕРАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ЗА ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ТА ЯКІСНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Процес всіляких математичних обчислень тісно пов'язаний із такими суб'єктами як: задачі, чисельні методи або обчислювальні алгоритми та засоби обчислень. Якщо задача поставлена, тобто задано набір параметрів, даних, що її характеризують та задано критерій її розв'язання за точністю, часом або об'ємом пам'яті, то відразу виникає питання вибору чисельного методу або обчислювального алгоритму для її ефективного розв'язання.

У багатьох випадках існує декілька чисельних методів, побудованих на різних ідеях, розв'язання певної задачі. В таких випадках виникає питання про вибір кращого із можливих методів розв'язання. Для того, щоб визначити кращий метод, необхідно сформулювати критерій, згідно якого вибиратись буде кращий метод, ефективніший. Такими критеріями чисельних методів є їх характеристики, які умовно можна поділити на якісні та функціональні. Функціональні характеристики чисельних методів відображають суть, працездатність методів, до них можна віднести: область застосування, початкові наближення, кроковий параметр, оцінки оператора та принаймні двох його похідних, критерій зупинки та інші. Якісні характеристики визначають ефективність чисельного методу за різними критеріями, до якісних характеристик методу можна віднести: гарантована точність, оцінки похибок, часова складність, число арифметичних та логічних операцій, інформаційна ємність та інші.

Теоретичні основи елементів загальної теорії наближених методів були застосовані для порівняння ітераційних методів при розв’язуванні нелінійних скалярних рівнянь з одним невідомим та систем нелінійних скалярних рівнянь.

В доповіді розглядається порівняння ітераційних методів на основі таких характеристик: збіжність методу, кількість ітерацій, які були виконані для знаходження розв’язку, час виконання, кількість виконаних арифметико-логічних операцій, кількість додаткових обчислень.

На конкретних прикладах проведено порівняння методів. Для порівняння було вибрано наступні методи уточнення розв’язку нелінійного скалярного рівняння на заданому проміжку: метод дихотомії, метод хорд, метод дотичних, комбінований метод хорд та дотичних, метод січних. Також для розв’язування систем нелінійних скалярних рівнянь розглянуті методи: метод найшвидшого спуску, метод мінімальних нев’язок та метод мінімальних похибок.

Література

1. Бабич М. Д., Бабич В. М. Про чисельне розв’язування нелінійних функціональних рівнянь з багатьма розв’язками – Київ, 2002. – 36с.
2. Калиткин Н. Н. Численные методы – М.:Наука, 1978. – 512с.
3. Красносельский М. А., Вайникко Г. М., Забрейко П. П., Рутицкий Я. Б., Стеценко В. Я. Приближенное решение операторных уравнений – М.:Наука, 1969. – 417с.
4. Красносельский М.А. Положительные решения операторных уравнений. Главы нелинейного анализа – М.:ГИФМЛ, 1962. – 394с.
5. Люстерник Л.А., Соболев В.И. Элементы функционального анализа М.:Наука, 1965. – 520с.
6. Михалевич В. С., Сергиенко И. В., Задирака В. К., Бабич М. Д. К вопросу оптимизации вычислений – К.:Кибернетика. – 1994.

Б.П. Зварич, В.В. Ніколенко

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

БАГАТОРІВНЕВІ АЛГОРИТМИ ПРОГНОЗУВАННЯ

Прогнозування є одним із самих складних задач аналізу. Проблеми при її розв'язані зумовлені багатьма причинами, зокрема: недостатня кількість та якість вхідної інформації, зміна умов у яких перебуває об'єкт прогнозування, вплив факторів різного роду.

В науковій літературі [1] на сьогодні існує велика кількість як загальних, так і вузько орієнтованих методів прогнозування. З усієї сукупності методів прогнозування можна виділити в окремий клас, так звані «наївні» методи прогнозування, які базуються на принципі «завтра буде, як сьогодні». Як приклад даного класу методів можна виділити вже відомий *метод ковзного середнього*.

Нехай $Z^n = \left(z_1, z_2, ..., z_n\right)$ заданий динамічний ряд для якого потрібно здійснити прогноз. До «наївних» методів прогнозування також можна віднести:

- різницеві методи $\tilde{z}_{i+1}^{-} = z_i + \dfrac{\Delta_i + \Delta_{i-1} + ... + \Delta_{i-(k-2)}}{k-1} = \dfrac{k \cdot z_i - z_{i-(k-1)}}{k-1}$;
- дробові методи $\tilde{z}_{i+1}^{/} = z_i \cdot \dfrac{\delta_i + \delta_{i-1} + ... + \delta_{i-(k-2)}}{k-1}$;
- метод середнього геометричного $\tilde{z}_{i+1}^{\sqrt{}} = \sqrt[k]{z_i \cdot z_{i-1} \cdot ... \cdot z_{i-(k-2)} \cdot z_{i-(k-1)}}$.

Для аналізу ефективності вибраного методу прогнозування розглядають таку його характеристику, як точність. Найчастіше точність прогнозу перевіряють за непараметричними оцінками точності, наприклад корінь із середньоквадратичної похибки *(root mean square error)*:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=n-m+1}^{n}\left(y_i - \tilde{y}_i\right)^2}{m}}$$

Недоліком даних характеристик точності прогнозів є їх залежність від обраних одиниць виміру. Було виведено безрозмірний показник для оцінки точності, який носить назву **коефіцієнт невідповідності Тейла** [4]:

$$U = \frac{\sqrt{\sum_{i=n-m+1}^{n}\left(\tilde{y}_i - y_i\right)^2}}{\sqrt{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2}} + \sqrt{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{n} \tilde{y}_i^{\,2}}},$$

який завжди знаходиться в межах від 0 до 1. Якщо прогноз здійснюється на основі даного коефіцієнта, то можливі наступні 3 випадки: 1) $U = 0$: всі прогнози є абсолютно точними; 2) $U = 1$: всі прогнозовані значення дорівнюють нулю; 3) $U > 1$: прогнози є гіршими ніж при ситуації «без змін».

Розглядається деякий динамічний ряд (завантажений з джерела [2] і [3]), який відображає зміну курсу валют за визначений інтервал часу (погодинно, щоденно, щотижнево або щорічно). Нехай k − горизонт прогнозування. Було побудовано дворівневий алгоритм прогнозування, який для різних значень k визначає ефективний параметр в межах від 2 до 7 на основі коефіцієнта невідповідності Тейла і середньоквадратичної похибки для кожного з вищеперерахованих «наївних» методів прогнозування окремо.

Для дослідження було використано декілька динамічних рядів, що відображали зміну курсу валют щоденно за цілий рік. В результаті було отримано наступний висновок: якщо здійснювати прогноз на основі методів ковзного середнього та середнього геометричного, то доцільніше вибирати інтервал прогнозування меншої довжини (в розглядуваних випадках 2 і 3). Якщо ж прогноз здійснювати на основі різницевих та дробових методів, то доцільніше вибирати інтервал прогнозування більшої довжини (в розглядуваних випадках 7).

Метод ковзного середнього		
Горизонт прогнозу-вання	Коефіцієнт невідповідност і Тейла	Середньоквадра -тична похибка
2	*0,003960*	*0,000126*
3	*0,004504*	*0,000166*
4	*0,004946*	*0,000205*
5	*0,005320*	*0,000242*
7	*0,006058*	*0,000328*

Метод середнього геометричного		
Горизонт прогнозу-вання	Коефіцієнт невідповідності Тейла	Середньоквадра-тична похибка
2	*0,003957*	*0,000125*
3	*0,004498*	*0,000166*
4	*0,004941*	*0,000204*
5	*0,005318*	*0,000242*
7	*0,006051*	*0,000327*

Різницеві методи		
Горизонт прогнозу-вання	Коефіцієнт невідповідності Тейла	Середньоквадра-тична похибка
2	*0,004700*	*0,000177*
3	*0,004044*	*0,000134*
4	*0,004093*	*0,000140*
5	*0,003987*	*0,000136*
7	*0,003742*	*0,000125*

Дробові методи		
Горизонт прогнозу-вання	Коефіцієнт невідповідності Тейла	Середньоквадра-тична похибка
2	*0,003216*	*0,000083*
3	*0,002352*	*0,000045*
4	*0,002041*	*0,000035*
5	*0,001755*	*0,000026*
7	*0,001404*	*0,000018*

У розглядуваних прикладах порівнювалися дві оцінки точності прогнозу: середньоквадратична похибка та коефіцієнт невідповідності Тейла. Дані оцінки є взаємопов'язаними, тобто якщо коефіцієнт невідповідності Тейла є найменшим (найбільшим), то і відповідна середньоквадратична похибка є найменшою (найбільшою).

Оскільки розглядалася дворівнева система, слід зауважити, що на другому рівні розглядалися тільки ті вхідні дані, які на попередньому рівні дали найкращий результат. Також в залежності від отриманих похибок для кожного методу визначалися свої вагові коефіцієнти по принципу «чим менша похибка відповідного методу за коефіцієнтом невідповідності Тейла, тим більше значення потрібно надавати відповідним коефіцієнтам».

Метод прогнозування	Ковзне середнє	Середнє геометричне	Різницеві методи	Дробові методи
Коефіцієнт невідповідності Тейла	*0,003960*	*0,003957*	*0,003742*	*0,001404*
Вагові коефіцієнти	*0*	*0,1*	*0,1*	*0,8*

При такому виборі вагових коефіцієнтів похибка прогнозування на другому рівні була зменшена до $pox = 0{,}001318$. При правильному підборі вагових коефіцієнтів отриману похибку, очевидно, можна ще зменшувати.

Отже, при застосуванні другого рівня ми змогли зменшити коефіцієнт невідповідності Тейла і можемо припустити, що збільшення рівнів прогнозування може в подальшому зменшувати її, але лише до якогось q-го рівня. Також передбачається покращення результатів при збільшенні горизонту прогнозування.

Література

1. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми.: Навчальний посібник. – К.: «Маклаут», 2008. –364 стор.
2. http://www.bcs-express.ru/ms.
3. http://www.finam.ru/analysis/profile041CA00007/default.asp.
4. buklib.net/component/option.../id,9604

Г.М. Ковач, О.І. Кузка
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

МІНІМІЗАЦІЯ ЧАСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ТРАНСПОРТНІЙ ЗАДАЧІ

В даній роботі розглядається транспортна задача за критерієм часу.

Нехай задано m пунктів постачання $A_1, A_2,\dots, A_m$ з відповідними запасами $a_1, a_2, ..., a_m$ та n споживачів $B_1, B_2, ..., B_n$, потреби яких становлять відповідно $b_1, b_2, ..., b_n$, причому $\sum_{i=1}^{m} a_i = \sum_{j=1}^{n} b_j$.

Вводяться позначення x_{ij} — обсяг продукції, що перевозиться від i-го постачальника j-му споживачеві; t_{ij} - час перевезень від постачальника A_i споживача B_j. Допускається, що витрати часу не залежать від обсягів перевезень x_{ij}. Необхідно знайти оптимальний план перевезень $X^* = (x_{ij})$, що задовольняє умови:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i = \overline{1,m}; \qquad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j = \overline{1,n}. \qquad (2)$$

Крім того, час T, який витрачатиметься на всі перевезення, був би мінімальним.

Так як всі перевезення закінчуються в той момент, коли закінчується найдовше з них, то T є максимальною величиною з усіх можливих значень t_{ij}, що відповідають ненульовим перевезенням ($x_{ij} > 0$): $T = \max\limits_{x_{ij}>0} t_{ij}$. Отже, критерієм оптимальності плану є мінімальна тривалість здійснення всіх перевезень, що формально записують так:

$$\min T = \max_{x_{ij}>0} t_{ij}. \qquad (3)$$

Дана задача не є задачею лінійного програмування, оскільки її цільова функція (3) не є лінійною функцією від змінних x_{ij}. Однак для розв'язування ТЗ за критерієм часу можна застосовувати ті самі методи розв'язання, що й для ТЗ лінійного програмування.

Алгоритм розв'язання ТЗ за критерієм часу зводиться до розв'язування послідовності задач пошуку допустимих планів перевезення ТЗ з додатковими обмеженнями на використання певних клітин матриці перевезень.

1. Знаходимо нижню межу функції (3) як максимальний серед мінімальних по рядках і стовпцях елементів матриці тривалостей перевезень T. Нехай це $t_{\min}$. Клітини транспортної таблиці, які задовольняють обмеженню $t_{ij} \le t_{\min}$ вважаються відкритими для перевезень, тоді як усі інші (де $t_{ij} > t_{\min}$) - забороненими.

2. Розв'язуємо додаткову задачу з визначеною множиною заборонених для перевезень клітин Ω_1. Якщо після цього кроку задовольняються умови задачі (1), (2), то оптимальний план знайдено і $T = t_{\min}$, а якщо ні, то переходимо до третього кроку.

3. Знаходимо мінімальний елемент серед тих елементів t_{ij} матриці T, які відповідають клітинам, забороненим для перевезень і збільшуємо $t_{\min}$ до значення знайденого елементу. Всі ті клітини, для яких $t_{ij} = t_{\min}$, приєднують до клітин, відкритих для перевезень.

Кроки 2-3 повторюють, поки не буде знайдено оптимальний план.

Література

1. Наконечний С. І., Савіна С.С. Математичне програмування.: Навч. посіб. — К.: КНЕУ, 2003. — 452 с.

І. В. Корник
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

ПРОГНОЗУВАННЯ ДИНАМІЧНИХ РЯДІВ

В нас час прогнозування тих чи інших речей(цін акцій, валют, товарів, тощо) є досить важливою та актуально темою. Постає задача побудови методів, які б дали можливість передбачити поведінку розвитку динамічного ряду. На сьогоднішній день у науковій літературі [1] існує чимало методів, які дають можливість отримати деякий прогноз з певною точністю.

Нехай задано деякий динамічний ряд $Z^n = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_n), n \geq 1000$ із розмірністю понад тисяча елемнтів. Спрогнозуємо його розвиток, застосувавши наступний метод (Алгоритм А):

Розглянемо будь-які три точки ряду $z_{k-1}, z_\kappa, z_{\kappa+1}$. Якщо $z_{k-1} < z_\kappa, z_k > z_{\kappa+1}$, тоді вважатимемо, що ряд знаходився на піку свого розвитку і, порівнявши z_{k-1} та z_{k+1}, зробимо наступні висновки: якщо $z_{k-1} > z_{k+1}$, то надалі ряд спадатиме, а якщо $z_{k-1} < z_{k+1}$, то - зростатиме. У другму випадку вважатимемо, що $z_{k-1} > z_\kappa, z_k < z_{\kappa+1}$, тобто ряд знаходиться на дні, і, аналогічно порівнявши z_{k-1} та z_{k+1}, якщо $z_{k-1} < z_{k+1}$, то ряд зростатиме, а якщо $z_{k-1} > z_{k+1}$, то ряд спадатиме. Обчисливши коефіцієнт нагромадження k, можемо дати оцінку методові:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{\sum_{i=1}^{n} y_i},$$

де $\boldsymbol{x_i}$ - це точки зростання спрогнозовані даним методом, в яких буде здійснюватися купівля (акцій, валюти, товарів, тощо), а $\boldsymbol{y_i}$, відповідно, точки спадання, у яких будемо здіснювати продаж.

Якщо $k > 1$, то застосування методу є доцільним, а якщо $k < 1$ - застосування недоцільне. Даний метод неперервно залежить від проміжку часу, протягом якого він застосовується , та підготовленістю вхідних даних. Попередньо ряд можна згладити вже відомими методами[2]. Очевидно, що для аналізу можна використовувати не лише три точки, як у алгоритмі А, але і більшу кількість точок (Алгоритм В).

Нижче наведені результати роботи методу:

Динамічний ряд	Алгоритм	Коефіцієнт нагромадження, k
Ряд 1	A	1,44480
Ряд 2	A	1,45105
Ряд 3	A	1,43376
Ряд 1	B	1,40291
Ряд 2	B	1,48050
Ряд 3	B	1,44719

Отже, застосувавши даний метод, можна спрогнозувати розвиток динамічного ряду. Однак, слід пам’ятати про те, що доцільність застосування методу напряму залежить від вхідних даних, проміжку часу (кількості точок у ряді) та кількості точок алгоритму, за якими здійснюється прогноз наступної точки.

Література

1. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми.: Навчальний посібник. – К.: «Маклаут», 2008. –364 стор.
2. Купалова Г.І. Побудова рядів динаміки, теорія економічного аналізу.

Ж.Ю. Ладані, Й.Г. Головач
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

БАЗА ЗНАНЬ В СИСТЕМАХ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

В останній час широко застосовуються інтелектуальні системи різного призначення. Будь-яка така система повинна містити базу знань.

Штучний інтелект – це галузь комп'ютерних наук, що займається автоматизацією розумного поводження агентів, які одержують у результаті актів сприйняття інформацію про навколишнє середовище і виконують дії, що реалізують функцію від результатів сприйняття і попередніх дій.

База знань – це сукупність відомостей (про реальні об'єкти, процес, події або явища), що відносяться до певної теми або задачі, організована так, щоб забезпечити зручне представлення цієї сукупності як в цілому так і будь-якої її частини. База знань – важливий компонент інтелектуальної системи. Найвідоміший клас таких програм – експертні системи. Вони призначені для знаходження способу вирішення специфічних проблем, базуючись на записах *БЗ* і на користувацькому описі ситуації.

Експертна система – це програма, що поводиться подібно експерту в деякій, звичайно вузькій прикладній області. Типові застосування експертних систем містять у собі такі задачі, як медична діагностика, локалізація несправностей в устаткуванні й інтерпретація результатів вимірів.

Експертні системи повинні вирішувати задачі, що вимагають для свого рішення експертних знань у деякій конкретній області. У тій чи іншій формі експертні системи повинні мати ці знання. Тому їх також називають системами, заснованими на знаннях.

Однак не вс'яку систему, засновану на знаннях, можна розглядати як експертну.

Системи та засоби штучного інтелекту – галузь науки, яка займається теоретичними дослідженнями, розробленням і застосуванням алгоритмічних та програмно-апаратних систем і комплексів з елементами штучного інтелекту та моделюванням інтелектуальної діяльності людини.

Була поставлена задача створення експертної системи для ідентифікації тварин. Програма створена в системі Delphi. Можливості програми обмежуються класом ссавців.

Експертна система дає нам можливість ідентифікувати тварини (клас ссавців). Програму можуть використовувати всі бажаючі, які при виборі певного критерію, наприклад «Родина», «Надряд», «Ряд» та інші отримають відповідь. Якщо в базі не має елементів згідно критерія, то отримаємо повідомлення: «Не має ні одного елемента, який задовільняє критерії».

До бази завжди можна додати нові елементи, вибравши пункт меню «Правка» та «База даних». База також містить кольорові ілюстрації ссавців, що полегшує її використання. Така база знань відіграє важливу функцію в системах штучного інтелекту.

Література

1. А. Ендрю. Штучний інтелект. – М.: Світ, 1985. – 364 с.
2. Бакаев А. А., Гриценко В. И., Козлова Д.Н. Методы организации и обработки баз знаний. – К.: Наукова думка, 1993. – 150 с.
3. Глибовець М.М., Олецький О.В. Системи штучного інтелекту. – Київ: Вид. „КМ Академія”, 2002. – 366 с.
4. http://uk.wikipedia.org/wiki/Експертні_системи.

Мулеса О.Ю., Свириденко Є.А.
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
mulesa.oksana@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЕКСПЕРТА ЯК ЕТАП ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ

Ефективність реалізації експертних оцінок значною мірою залежить від підбору кваліфікованої групи експертів. Як правило, результуюча експертна оцінка залежить не тільки від експертних оцінок кожного з експертів, а й від їх коефіцієнтів якості, тобто числа, які в певній мірі характеризують можливу якість оцінки кожного експерта зокрема. При визначенні якості експертів необхідно враховувати як їх об'єктивні, так і суб'єктивні властивості.

Метою дослідження є виявлення впливу вагових коефіцієнтів на результат експертизи та фіксація відмінностей в оцінках якостей експертів, обчислених за допомогою різних методів.

Розглядаються наступні групи методів визначення якості експерта [1]:

1) Евристичні оцінки: самооцінки, взаємооцінки, оцінка організаторів експертизи.
2) Експериментальні методи: кваліметрична компетентність, об'єктивність корегування, відтворення результатів.
3) Статистичні методи: ранжирування оцінюваних величин, визначення числових значень оцінюваних величин.
4) Документальні оцінки.
5) Комбіновані оцінки.

Для експерименту було відібрано 7 експертів, техніків-інвентаризаторів. Їм було запропоновано провести наступну експертизу: оцінити об'єкт нерухомості – двоповерховий цегляний житловий будинок, загальною площею 102,9 кв.м., побудований у1990 році для визначення ринкової вартості об'єкта. Нормативна оцінка даного об'єкта відома – становить 500 000 грн. Результуюча оцінка обчислюється із врахуванням ваг, обчислених пропонованими методами, методом статистичної оцінки.

Разом з проведенням експертизи було обчислено їх коефіцієнти якості за допомогою декількох методів. Ваги та результуючі оцінки на ведені в таблиці:

	Самооцінка	Взаємооцінка	Документальна	Загальна	Сума
Експерт 1	0,126	0,097	0,096	0,142	575000
Експерт 2	0,129	0,130	0,165	0,142	530000
Експерт 3	0,139	0,159	0,122	0,142	550000
Експерт 4	0,161	0,200	0,183	0,142	510000
Експерт 5	0,188	0,163	0,178	0,142	498000
Експерт 6	0,122	0,097	0,078	0,142	480000
Експерт 7	0,131	0,151	0,174	0,142	490000
Результат	517837,08	517428,57	516514,58	519000,00	

Отже, в результаті проведеної експертизи, було отримано наступні результати: найбільше (майже на 4 %) від нормативної оцінки відрізняється оцінка, отримана за допомогою методу загальної оцінки, а найменше (приблизно на 3%) відрізняється оцінка, отримана за допомогою методу документальної оцінки. Методами самооцінки та взаємооцінки було отримано майже ідентичні результати (приблизно 3,5%).

Література

1. Корченко О.Г., Горніцька Д.А., Іванченко Є.В. "Методи оцінки якості експерта у сфері інформаційної безпеки", 2011.- с. 9-13.

УДК 512.544

Плакош А. І.
Ужгородський національний університет
(andrianalomaga@mail.ru)

ПРО НІЛЬПОТЕНТНІ ЧЕРНІКОВСЬКІ 3-ГРУПИ

Доповідь присвячена вивченню деяких класів нільпотентних черніковських груп. Нагадаємо, що група G називається черніковською, якщо вона є розширенням прямої суми скінченного числа квазіциклічних *p*-груп, можливо, по різних простих *p*, за допомогою скінченної групи. Основний внесок у дослідження цих груп зробили С. М. Черніков та його учнів. Зокрема, в [1] показано, що черніковська група є нільпотентною тоді і тільки тоді, коли вона розкладається в пряму суму своїх силовських *p*-підгруп, кожна з яких є нільпотентною групою. Звідси очевидно слідує, що задача класифікації всіх нільпотентних черніковських груп еквівалентна задачі класифікації всіх нільпотентних черніковських *p*-груп.

Використовуючи [2], нами одержано наступні результати.

Лема 1. *Всі неконгруентні пари кососиметричних матриць порядку* 4 *над полем* F_3 *з* 3 *елементів вичерпуються наступними парами:*

$$(\bar{0},\bar{0}),\ (\bar{0},J_1),\ (\bar{0},J_2),\ (J_1,J_2),\ (J_1,J_3),\ (J_1,J_4),\ (J_2,J_3),\ (J_1,K_1),\ (J_1,K_2),\ (J_1,K_3),\ (J_1,K_4),\ (J_1,K_5),\ (J_1,K_6),\ (J_1,K_7),\ (J_2,K_1),$$

де

$$\bar{0}=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\end{pmatrix},\quad J_1=\begin{pmatrix}0&1&0&0\\-1&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&0\end{pmatrix},\quad J_2=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&0\\0&0&0&1\\0&0&-1&0\end{pmatrix},\quad J_3=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&0&1\\0&0&0&0\\0&-1&0&0\end{pmatrix},$$

$$J_4=\begin{pmatrix}0&0&0&0\\0&0&1&0\\0&-1&0&0\\0&0&0&0\end{pmatrix},\quad K_1=2J_2,\quad K_2=J_2+J_3,\quad K_3=2J_2+J_3,\quad K_4=2J_3,\quad K_5=2J_3+J_2,$$

$$K_6=2J_3+2J_2,\quad K_7=J_2+J_4.$$

При доведенні цієї леми суттєво використано ЕОМ. Як наслідок, звідси слідує наступна теорема.

Теорема 1. *Число всіх не ізоморфних нільпотентних черніковських* 3*-груп, що є розширеннями прямої суми двох екземплярів квазіциклічної* 3*-групи за допомогою елементарної абелевої* 3*-групи порядку* 81 *дорівнює* 15.

1. *Черников С. Н.* Группы с заданными свойствами системы подгрупп. – М.: Наука, 1980. – 348 с.
2. *Шапочка І. В.* Про класифікацію нільпотентних черніковських *p*-груп // Наук. Вісник Ужгород ун-ту. – 2005. – №10.

Т.І. Тереняк, Ф.Е. Гече
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

СИНТЕЗ ЦІЛОЧИСЛОВИХ УЗАГАЛЬНЕНИХ НЕЙРОЕЛЕМЕНТІВ

У сучасному світі дуже багато уваги приділяється нейронним мережам. Це пов'язано з тим, що за допомогою нейронних мереж проводять розпізнавання образів, прогнозування, а також використовують їх при побудові систем штучного інтелекту [1-4]. Нейронні мережі – це математичний аналог процесів, які виконують дію, аналогічну до дії нейронів людського мозку: за певним правилом сумують сигнали на входах елемента і, в залежності від порогу, формують сигнал на виході.

Сьогодні ми можемо говорити про швидкий розвиток теорії формальних нейронних мереж. Розроблено велику кількість алгоритмів функціонування і навчання нейронних мереж, ведуться роботи по створенню алгоритмів оптимізації їх структури для підвищення продуктивності, якості результатів, скорочення часу навчання. Нейромережеві технології використовуються в економіці, медицині, промисловості, багатьох інших сферах науки і технології, вони здатні вирішувати багато завдання, пов'язані з моделюванням, прогнозуванням, оптимізацією[5].

Досліджується реалізовність бульових функцій одним нейронним елементом з узагальненою пороговою функцією активації[6]. При встановленні критерій реалізовності бульових функцій одним НЕ використовується спектр цієї функції у системі базисних функцій Уолша - Адамара. На спектральній мові отримано критерії реалізовності функцій алгебри логіки одним НЕ з узагальненою пороговою функцією активації. Показано, що теореми Чоу мають місце не тільки для порогових елементів, але і для узагальнених нейронних елементів.

Побудовано функціонал, що містить певні спектральні коефіцієнти бульової функції і невідомі координати вектора структури узагальненого НЕ. На основі мінімізації цього функціонала, розроблено метод синтезу узагальненого НЕ. Крім спектрального методу синтезу узагальнених НЕ ще запропоновано метод матриць толерантності, що є ефективним методом при великій кількості аргументів бульових функцій, а також цілочисловий алгоритм синтезу НЕ.

Література

1. Дертоузос М. Пороговая логика. М.:Мир, 1967 г.
2. Теория нейронних сетей. Кн. 1, под. редакцеей Галушкина А. И., М.:2005 г.
3. Бутаков Е. А. Методи синтеза релейных устройств из пороговых елементов. М.: Энерия, 1970 г.
4. Уоссерман Ф. Нейрокомпьютерная техника. М.: Наука, 1979 г.
5. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика. - М., 1992 р.
6. Гече Ф. Аналіз дискретних функцій та синтез логічних схем у нейробазисі: [Монографія] / Ф. Гече. – Ужгород: Видавництво В. Падяка, 2010 – 210 с.

ДОДАТОК 2

Лисовский И.М.
Институт точной механики и вычислительной техники имени С.А. Лебедева
Российской академии наук
E-mai: lis@ipmce.ru

ВОСПОМИНАНИЯ О ВСТРЕЧАХ С ПИОНЕРАМИ СОВЕТСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Благодаря развитию вычислительной техники, обеспечившей автоматизированную обработку информации, появилась наука об ее общих свойствах и закономерностях. Она включает дисциплины: кибернетику, системотехнику, программирование, моделирование и др. Развитие средств, облегчающих вычисления, увлекательно и поучительно. С этим связаны имена выдающихся ученых мира.

1. С.А. ЛЕБЕДЕВ

Академик Сергей Алексеевич Лебедев в 1945 году создал первую в Советском Союзе электронную аналоговую вычислительную машину для решения дифференциальных уравнений, часто встречающихся в задачах энергетики. Затем изобрел электронную цифровую вычислительную машину (МЭСМ). В конце 1947 года идея создания электронной цифровой машины облачилась в четкие формы структурной схемы, основных электронных схем, выбора элементной базы, временных диаграмм, представления чисел, количества двоичных разрядов, системы команд и состава операций. В начале 1948 года она была представлена на обсуждение научной общественности.

В начале 1949 года Сергей Алексеевич сформировал коллектив из студентов (в который был включен и я), только-что окончивших Киевский политехнический институт (в основном), который разделил на группы, каждая из которых получила комнату в здании бывшего монастыря в Феофании. Он роздал и объяснил подробно задания, которые были засекречены даже между группами. Начались работы. Мы помогали С.А.Лебедеву реализовать его изобретение. Он учил нас работать. Схемы, устойчиво функционирующие в заданном диапазоне частот, Сергей Алексеевич заносил в аппаратный журнал, после чего разрешал распайку в ячейки. Я это делал с удовольствием, так как мои «капельные» пайки, которым я обучился, работая в Союзтехрадио и Радиокомитете, нравились Сергею Алексеевичу. Кроме того, это был определенный этап создания моего оперативного запоминающего устройства. Перенесенные из всех групп и установленные в шкафах машинного зала ячейки заработали в комплексе в апреле 1950 г.

Об ЭВМ ЭНИАК и основных принципах Дж. фон Неймана по построению ЭЦВМ мы узнали только в 1950 годах, когда появились рекламные публикации. Но Лебедев самобытно и так глубоко и всесторонне проработал принципы, структуру и технические решения, что не потребовалось вносить какие-либо дополнения и изменения. Если бы не секретность и С.А.Лебедев в 1950 году подал бы документы на патентование в США созданной им МЭСМ, как первой ЭЦВМ в мире, то отказать в этом было бы невозможно. Так как ЭНИАК, которая была признана первой, была огромным дифференциальным анализатором и не соответствовала признанным в мире в то время принципам Дж. Неймана для электронных цифровых вычислительных машин, а МЭСМ им соответствовала. Кроме того, ЭНИАК Мочли и Эккерта ошибочно была признана первой ЭЦВМ в мире, как установил это американский суд в 1972году. Кто первым изобрел ЭЦВМ теперь стало известно: в 1937 году Джон Винсент Атанасов в США. Джон фон Нейман реализовал изложенные им принципы только в 1952 году в машине ИАК. Международное компьютерное общество присудило С.А.Лебедеву и А.А.Ляпунову медаль Computer pioneer.

2. А.А. ЛЯПУНОВ

Алексей Андреевич Ляпунов (импозантный, красивый, яркой внешности, увлекательно красноречивый, азартный, исключительной доступности, но не допускающий, ни крохи фамильярности) составил первую программу на МЭСМ в августе 1950 года в машинных кодах для вычисления факториала числа. Мы записали ее в оперативную память и наблюдали на пульте, как она выполняется. Сразу после ее завершения мы запрыгали от переполнявшей нас радости, а интеллигентнийший Ляпунов слегка притопывал, и на лице его лучились прекрасные выразительные черные глаза. Все ощутили огромный творческий подъем, к которому столь щедро и убедительно нас приобщил Алексей Андреевич. Дальше усложнение программ и задач пошло быстрыми темпами. А.А.Ляпунов говорил, что за три месяца работы на МЭСМ он получил колоссальный опыт программирования, машинных методов реализации алгоритмов и цифрового моделирования. Мы вводили его программы с пульта в оперативную память, в том числе и шестого ноября 1950 г. для приемной комиссии, осуществлявшей ее приемку.

МЭСМ безукоризненно выполняла программы, ни разу нас не подведя.

Однажды ночью Ляпунов на БЭСМ-1 получил, как он считал, заслуживающий результат вычислений и его надо было перенести с ртутных трубок на магнитный барабан, опечатанный КГБ и содержавший секретные результаты дневных работ. Ляпунов уговорил В.С.Бурцева записать свой полученный результат на магнитный барабан, что Бурцев выполнил, но в его смену при устранении неисправности на стойке управления барабаном была сорвана печать. Разразился скандал. Смена Бурцева была расформирована, а сам он был лишен допуска и права эксплуатации БЭСМ-1.

3. А.И. КИТОВ

В начале 1955 года Сергею Алексеевичу Лебедеву и Всеволоду Сергеевичу Бурцеву позвонил Анатолий Иванович Китов и сообщил, что готовит к изданию книгу по ЭВМ и программированию, в которой утверждает неизбежную возможность применения ЭВМ для решения задач экономики. Книга А.И.Китова «Электронные цифровые машины» была издана в начале 1956 года всесоюзным издательством «Советское радио» и явилась первой книгой на данную тему. В ней описаны технические устройства ЭВМ. Подробно рассмотрены различные аспекты ручного и автоматического программирования на ЭВМ. Изложены возможности решения на ЭВМ задач экономики, управления производством и других «неарифметических» задач. Фактически впервые обозначены перспективы создания на основе ЭВМ автоматизированных систем управления (АСУ) различных уровней и назначений. Сотрудники ИТМиВТ обрадовались, что, наконец-то в открытой печати появилась положительная публикация о «лженауке кибернетике» и о признании исключительных пока еще скрытых колоссальных возможностях ЭВМ и, конечно, поддерживали это начинание. Мы хорошо знали и уважали А. И. Китова -
с 1952года начальника отдела ЭВМ и программирования Артиллерийской академии им. Ф.Э. Дзержинского. В начале 1953 года он, тридцатидвухлетний майор, был прикомандирован Министерством обороны в ИТМиВТ АН СССР, где принимал активное участие в пусконаладочных работах БЭСМ-1. В процессе ее настройки А.И.Китов создал важный документ- инструкцию по эксплуатации БЭСМ АН СССР (БЭСМ-1). Мы тогда ошибочно считали, что нецелесообразно отвлекать инженеров, ведущих настройку на, как нам тогда казалось, «третьестепенную» работу по написанию инструкции. Только благодаря целеустремленности и исключительной настойчивости Анатолия Ивановича был создан качественный и крайне необходимый документ. Его самоотверженный и профессиональный труд был высоко оценен академиком С.А. Лебедевым и всем коллективом ИТМиВТ. Впоследствии М.В.Келдыш неоднократно и с гордостью демонстрировал этот разработанный А.И.Китовым документ «Инструкция для пользователей ЭВМ БЭСМ» в ответ на критику о том, что БЭСМ, которая устанавливалась и сдавалась в эксплуатацию в Институте Стеклова, не имеет какой- либо документации для ее пользователей.

4. А.И. БЕРГ

Время оголтелой критики кибернетики начало ослабевать, когда Аксель Иванович Берг объявил в своем институте ЦНИИ-108 цикл лекций на тему «Кибернетика – наука о наиболее общих законах управления». Еще в конце сентября 1955 года, будучи заместителем министра обороны, А.И.Берг был уверен в реальности задачи автоматизации процессов управления в экономической и иных сферах развития советского общества на базе вычислительной техники. В июле 1956 года А.И.Берг, выступая в ЛЭТИ, активно ратовал за организацию производства ЭВМ в широких масштабах в нашей стране.

Как свидетельствует Анатолий Иванович Китов, активный участник первых отечественных кибернетических программ, в феврале – марте 1959 года А.И.Берг возглавил государственную комиссию по рассмотрению предложений А.И.Китова по созданию Общегосударственной автоматизированной системы на основе ЕГСВЦ (Единой государственной сети вычислительных центров), изложенных в письме А.И.Китова в ЦК КПСС на имя главы СССР Н.С.Хрущева от 7-го января 1959 г. Комиссия под председательством А.И.Берга полностью поддержала все предложения, содержавшиеся в письме А.И.Китова, о создании в стране автоматизированной системы административного и экономического управления на базе применения научных методов и использования ЭВМ. В ноябре того же года в совместном докладе А.И.Берга, А.И.Китова и А.А.Ляпунова на Секции кибернетики Всесоюзного совещания по вычислительной математике и вычислительной технике обосновывалась необходимость и возможность комплексной автоматизации процессов управления народным хозяйством.

Необходимость создания по определенному плану единой государственной сети информационно – вычислительных центров с централизованным управлением. Статья этих же авторов была опубликована в журнале «Коммунист». Предлагалось организовать единую государственную территориальную сеть информационно - вычислительных центров с единым управлением. «Кормчие» кибернетики А.И.Берг, А.И.Китов и А.А.Ляпунов отбелили кибернетику и вывели ее на широкие просторы возможного использования в разных областях науки и техники.

У меня нет сведений, в какой мере использованы работы А.И.Берга и его соавторов при подготовке доклада Председателя Совета Министров СССР 05.04.1966 года, в котором Алексей Николаевич Косыгин предложил: «для повышения технического уровня народного хозяйства необходимо расширить производство электронной вычислительной техники. Повысить качество вычислительных машин, обеспечить широкое использование вычислительных средств в управлении народным хозяйством». Лозунгом дня стало оптимальное управление на всех уровнях – от Госплана до предприятия. Как следствие резко возрос интерес к вычислительной технике и экономико-математическим методам. Однако, в это время было принято ошибочное решение в создании вычислительной техники путем копирования IBM-360. С.А.Лебедев твердо возражал против продвигаемой сверху этой программы и решительно отказался от всякого в ней участия.. В это время лучшей в Европе была признана полупроводниковая БЭСМ-6, а, по мнению академика Валиева, «возможно и в мире». Машины Урал и Минск также не были плохими. Корифей информатики Эдсгер Дейкстра: «Это копирование IBM-360 было самой большой победой Запада в холодной войне с СССР».

5. В.С.БУРЦЕВ

В ноябре 1951 года Сергей Алексеевич Лебедев познакомил меня с его молодыми сотрудниками и сказал, что мне скоро придется работать с ними. Все больше и больше в своих рассказах Сергей Алексеевич стал выделять В.С.Бурцева, предложившего новую схему триггера, менее быстродействующую, но более надежную, разработавшего очень хорошие настроечные тесты; никто так быстро не мог находить и устранять неисправности, как В.С.Бурцев, и, вообще, он быстро самоутвердился и вырвался вперед. До поступления в Московский энергетический институт В.С.Бурцев, хотя и был еще совсем молодым, прожил

нелегкую жизнь, которая многому его научила. Всеволод Сергеевич был эксцентричен и непредсказуем, добрый, спокойный, уживчивый, но в любую минуту мог выкинуть какой-нибудь фортель, шокировать поступками, лишенными всякой логики, несмотря на удивительную логичность своего мышления. Его главной движущей силой было любопытство: «ужасно интересно все то, что неизвестно»; занявшись изучением какого-либо вопроса, подходил к нему аналитически, старался разобрать все на детали и каждую хорошенько рассмотреть со всех сторон; поглощенный этим занятием иногда бывал назойливым и нетактичным. Терпеть не мог всяческих рамок и ограничений, сроков и обязательств, что иногда приводило к осложнениям в отношениях с коллегами по работе и Заказчиками. Если давал обещание, то выполнял его. Не любил лицемерия и ханжества. Был чужд всяких предрассудков. Может быть, для него смысл имела лишь та жизнь, которая прожита ради других и оставила после себя след, замеченный и оцененный другими..

В течение 1953 – 1956 гг. Всеволодом Сергеевичем для НИИ-17 (по заданию Главного конструктора Тихомирова В.В.) были созданы ламповые цифровые электронные машины «Диана-1» и «Диана-2», которые использовались для практической отработки съема координат с радиолокационных станций и преобразования их в цифровые сигналы управления. Оцифровку и селекцию данных, построение траекторий и сопровождение осуществляла «Диана-1», а решение задач перехвата и выдачу команд управления – «Диана-2». В 1956 году на испытаниях под Курском было подтверждено, что разработанные Всеволодом Сергеевичем электронные машины правильно указывают летчику направление захода на цель и курс, на котором наилучшим образом ее расстреливать.

Это было эпохальным научным достижением и В.С. Бурцев, представил свою работу в качестве кандидатской диссертации, а Ученый Совет единогласно рекомендовал утвердить ее докторской. Своей самоотверженной работой и безусловными научными достижениями Всеволод Сергеевич завоевал доверие академика С.А.Лебедева и стал его надежным помощником в создании высокопроизводительных управляющих и информационных комплексов для объектов ПВО, ПРО и Центров контроля космического пространства.

В.С.Бурцев полностью исполнил свою роль конструктора, организатора и создателя вычислительной техники в Советском Союзе, участвуя в 4-х поколениях ЭВМ.
«Эльбрус-1» и «Эльбрус-2» вывели В.С.Бурцева на Всесоюзный и мировой уровни известности. Он заслужено, удостоен высоких Правительственных наград, Снискал уважение многих коллективов НИИ и промышленности. Но не оставлен был и завистниками, даже в собственном коллективе, которые мешали ему реализовывать интересные замыслы и спокойно жить. В.С.Бурцев с 1973 года начал работы с Главным конструктором системы ПРО А-135 А.Г.Басистовым и в этом же году стал директором ИТМиВТ. Как снежный ком нарастали профессиональные обязанности и организационные дела. В 1976 году В.С.Бурцев был избран член-корреспондентом АН СССР. Параллельно практически с 1968 года Бурцев был основным разработчиком вычислительного комплекса «Эльбрус-1», разработку которого завершил Главным конструктором в 1978 году. Кроме этого В.С.Бурцев с 1973 года начал работы с Главным конструктором системы ПРО А-135 А.Г.Басистовым и в этом же году стал директором ИТМиВТ.

Очень тяжело писать о В.С.Бурцеве в прошедшем времени, когда память еще удерживает его живой образ, увлеченные рассказы об изобретениях, которые он собирался внедрить в многопроцессорной вычислительной системе обработки информации на основе потока данных. На протяжении всей своей трудовой деятельности, начиная с ювенальной разработки специализированных цифровых вычислительных машин «ДИАНА-1» и «ДИАНА-2», Всеволод Сергеевич все возникавшие технические проблемы, как Гордиевы узлы разрубал изобретениями. Так он поступил и по отношению к разработке оригинального способа обработки информации на основе потока данных. За короткий срок он получил ряд патентов на изобретения по этой тематике и проводил работы по созданию принципиально новой архитектуры вычислительной системы.

6. Г.В. КИСУНЬКО

Можно эпоху создания противоракетной обороны (ПРО) страны исчислять с августа 1953 года, когда семь маршалов вооруженных сил обратились в ЦК КПСС с просьбой: «поручить промышленным министерствам и их институтам приступить к разработкам средств борьбы с баллистическими ракетами дальнего действия, являющимися основными носителями ядерных зарядов к стратегическим объектам страны».

Группа известных ученых и конструкторов на сентябрьском 1953 года заседании Научно-технического совета (НТС) Третьего Главного Управления при Совете Министров СССР выразила принципиальное несогласие с обращением. В самых резких и даже оскорбительных выражениях члены НТС осуждали обращение маршалов. В самый разгар дискуссии с последнего ряда зала раздался твердый уверенный голос Григория Васильевича Кисунько: «обращение поднято вполне своевременно. Его содержание актуально. Согласно обзорно- технической информации разведданных, американцы широкомасштабно ведут разработки ракетного вооружения различных классов. Головные части ракет для систем обороны станут целями совсем в недалеком будущем». Дальше Григорий Васильевич, ссылаясь на предварительные расчеты, назвал параметры, которых необходимо добиться от радиолокационных станций и утверждал, что они вполне достижимы. Его выступление произвело колоссальный эффект. Главный инженер назначенной головной организацией КБ-1 Ф.В.Лукин сказал, что работы по системе ПРО надо начинать как можно скорее. Так закончилось первое научное обсуждение возможности создания отечественной ПРО на высшем уровне.

Нельзя не упомянуть, что Кисунько принадлежит одна из ведущих и вероятней всего решающих ролей в создании зенитной системы С-25 (Беркут). Он еще тогда показал свою высокую образованность, любознательность и в хорошем смысле некоторый авантюризм в принятии технических решений. Под тематику системы ПРО было в составе КБ-1 создано специальное конструкторское бюро – СКБ-30. Расширена кооперация для создания средств решающих научно-технические задачи, в том числе и разработка цифровой универсальной быстродействующей вычислительной машины силами Института точной механики и вычислительной техники (ИТМиВТ) АН СССР по техническому заданию КБ-1. В марте 1956 года совместно с Кооперацией был защищен Эскизный проект экспериментальной (полигонной) системы «А». Выданы исходные данные Минобороны на строительство Государственного научно-исследовальского испытательного полигона (ГНИИП-10) в казахской пустыне Бетпак-Дала (голодная степь), расположенной между нижним течением рек Сарысу и, Чу, и западным берегом озера Балхаш. 17 августа 1956 года появилось Постановление СМ СССР с определением полной Кооперации по созданию экспериментального комплекса ПРО и противоракетного полигона. Главным конструктором системы от 3 февраля 1956 года был назначен член- корреспондент АН СССР, Герой Социалистического труда Григорий Васильевич Кисунько. Я часто вспоминаю многочисленные встречи и беседы с Григорием Васильевичем Кисунько в Кратово, на головном объекте С-25 возле Брониц, в КБ-1, на Балхашском полигоне, в совместных поездках на конференции в Киев, в поездках на его родину в село Бельманка и Гуляйполе Запорожской области и убеждаюсь в том, что более талантливого, честного, справедливого и совестливого человека я в своей длинной жизни не встречал.

P.S. Мне посчастливилось познакомиться с автором этих воспоминаний Игорем Михайловичем Лисовским в июне 2010 года на конференции в Болгарии. Он поразил меня своей интеллектуальностью, интеллигентностью, идеальной памятью, хорошей физической формой (больше 70-72 лет никто ему не давал). Если учесть, что Игорю Михайловичу тогда было почти 84 года (он родился 10.11.1926 г. в Винницкой обл.), то, согласитесь, это был неординарный человек. Он ходил на все заседания, внимательно слушал докладчиков, высказывал свое мнение спокойно, доброжелательно. Мы подружились с Игорем Михайловичем, вместе проводили свободное время. В последние годы он занялся проблемами искусственного интеллекта, общей теорией информации, предоставил доклад «Что и как видит человек» (по определенным причинам программный комитет не захотел его опубликовать). Игорь Михайлович предложил рассматривать понятие информации как «все, что характеризует свойства материи, энергии, процессов, явлений и пр., она существует и вне нашего восприятия, - это скорее философская категория и ее надо рассматривать как пространство, время, материю».

В сентябре 2010 г. Игорь Михайлович участвовал в конференции в Институте кибернетики НАНУ, хотел, но не смог приехать в Ужгород. По моей инициативе и при поддержке организаторов нашей конференции его доклад был опубликован в трудах конференции (в приложении №2 – «Доклады, которые неоднозначно могут быть восприняты аудиторией»). Интересно отметить, что Игорь Михайлович получил по интернету предложения выступить со своим докладом, в частности, на конференции во Франции (труды наших конференций читают!).

Мы, с Игорем Михайловичем, продолжали общаться по интернету, телефону, встречались на конференциях 2011 и 2012 гг. В июне этого года на конференции в Болгарии Игорь Михайлович загорелся идеей поучаствовать в конференциях в Киеве и Ужгороде, прислал мне материалы, в частности, представленные выше, с которыми он хотел выступить перед студентами факультета кибернетики КНУ и математического факультета УжНУ. Он обещал подготовить доклад в Ужгород (в продолжение доклада 2010 г.), «Что и как слышит человек». Были куплены билеты в Киев и Ужгород, но, увы…12 сентября 2012 г. Лисовского Игоря Михайловича не стало.

Игорь Михайлович предоставил мне материалы (которыми «Вы можете распоряжаться по своему усмотрению») о своих встречах с «пионерами информатики…». То, что приведено выше – это тезисы.

Закончу воспоминания о Лисовском Игоре Михайловиче эпизодом из его воспоминаний. «В разговоре с Сергеем Алексеевичем Лебедевым кто-то из нас назвал его великим ученым: Нет! Я многому не соответствую для этого определения. Чтобы стать ученым, необходимо иметь:

- светлый ум,
- неуёмное честолюбие,
- неиссякаемое трудолюбие,
- высокий талант,
- бесконечную одержимость,
- извращенную любовь к умственному труду,
- особые способности к анализу и интуиции...».

На мой взгляд (я был знаком с Игорем Михайловичем только последние три года его жизни) он отвечал большинству из этих качеств. Разве что «неуемного честолюбия» я в нем не заметил.

А.Ф. Волошин.

УДК 519.2:530.1:600.1

Горбань И.И.
Институт проблем математических машин и систем НАН Украины
E-mail: igor.gorban@yahoo.com

ФЕНОМЕН СТАТИСТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Одним из удивительнейших феноменов окружающего мира является феномен статистической устойчивости массовых явлений, фиксируемый во многих экспериментальных исследованиях.

Современная физико-математическая теория вероятностей (включающая в широком понимании и математическую статистику) изучает законы массовых явлений, описывая их с помощью случайных (вероятностно-случайных или, иначе, стохастических) математических моделей, характеризуемых вероятностной мерой.

В основе построения таких моделей лежит физическая гипотеза абсолютной (идеальной) статистической устойчивости частоты событий, из которой следует абсолютная статистическая устойчивость (статистическая прогнозируемость) параметров и характеристик любых физических явлений – реальных событий, величин, процессов и полей. Тем самым признается концепция устройства мира по случайному принципу.

Многие годы гипотеза идеальной статистической устойчивости считалось незыблемой, хотя некоторые ученые допускали, что в реальном мире она справедлива лишь с определенными оговорками.

Экспериментальные исследования различных физических величин и процессов на больших интервалах наблюдения показали, что гипотеза идеальной статистической устойчивости не подтверждается. В реальной жизни всегда происходят более или менее значимые нарушения статистической устойчивости. Связанны они с тем, что окружающий мир – открытая система. Характеристики и параметры реальных объектов и условия их наблюдения постоянно меняются. Изменения происходят на всех уровнях, в том числе статистическом.

Статистические оценки, формируемые на относительно небольших временных, пространственных или пространственно-временных интервалах наблюдения, обладают тем свойством, что при возрастании объема статистических данных уровень флуктуаций их значений уменьшается, что создает иллюзию идеальной статистической устойчивости. Но, начиная с некоторого критического объема, при увеличении количества данных уровень флуктуаций не только не уменьшается, а, наоборот, возрастает.

Исследования нарушений статистической устойчивости явлений и разработка эффективных средств адекватного описания мира с учетом таких нарушений привели к построению новой физико-математической теории – теории гиперслучайных явлений.

В теории вероятностей базовыми математическими объектами (моделями) являются случайные событие, величина и функция; в теории гиперслучайных явлений в таком качестве выступают гиперслучайные событие, величина и функция, представляющие собой множества несвязанных между собой случайных событий, величин и функций.

Математическая составляющая теории гиперслучайных явлений базируется на классических аксиомах теории вероятностей А.Н. Колмогорова, физическая – на гиперслучайных гипотезах: гипотезе ограниченной статистической устойчивости реальных событий, величин, процессов и полей и на гипотезе адекватного описания этих физических явлений гиперслучайными моделями.

Предположение, что гиперслучайные гипотезы справедливы для широкого круга массовых физических явлений, приводит к новой концепции устройства мира на гиперслучайных принципах. Основополагающая роль в ней отводится не абсолютной, как в концепции устройства мира на случайных принципах, а ограниченной статистической устойчивости.

С точки зрения математики теория гиперслучайных явлений – ветвь теории вероятностей; с точки зрения физики – новая теория, основанная на новых представлениях об окружающем мире.

Доклад носит обзорный характер. В его рамках рассматривается целый спектр вопросов. Значительная часть доклада посвящена обсуждению с точки зрения физики и математики базовых идей теории гиперслучайных явлений, освещению приведенных в монографиях [1, 2] основных положений этой теории, а также описанию полученных в последнее время новых результатов в области нарушения статистической устойчивости, часть из которых изложены в статье [3].

Наряду с рядом теоретических наработок, касающихся различных способов описания гиперслучайных явлений, их связи между собой, линейных и нелинейных преобразований, вопросов сходимости, особенностей закона больших чисел в условиях нарушения статистической устойчивости и др., в докладе представлены результаты прикладного характера. К таковым относятся, например,

- результаты экспериментальных исследований нарушений статистической устойчивости реальных процессов различной физической природы;
- результаты, свидетельствующие, что погрешность измерений содержит кроме известных систематической и случайных составляющих еще непредсказуемую составляющую;
- результаты, объясняющие причины ограниченной точности любых измерений (причины несостоятельности оценок);
- результаты, указывающие, что для каждой физической величины существует предельный объем выборки, превышение которого не приводит к увеличению точности измерений;
- результаты, свидетельствующие, что существуют пределы возможности прогнозирования, определяемые величиной интервала статистической устойчивости и др.

Отдельную часть доклада составляют вопросы, имеющие, на первый взгляд, косвенное отношение к феномену статистической устойчивости и теории гиперслучайных явлений, но, в действительности, глубоко уходящие корнями в рассматриваемую проблематику. Речь идет о новых научных направлениях, разрабатываемых в статьях [4, 5]: направлении, касающемся расходимости последовательностей и функций, и направлении, касающемся многозначности величин, последовательностей и функций.

В этих статьях на основе математического аппарата теории гиперслучайных явлений предложены новые принципы описания расходящихся последовательностей и функций, а также многозначных величин, последовательностей и функций.

Важным шагом стало обобщение одного из основополагающих понятий математического анализа – понятия предела.

Обобщенный предел в отличие от обычного предела может иметь не одну предельную точку, а множество (спектр) предельных точек. Обобщенный предел и применим не только к однозначным, но и к многозначным последовательностям и функциям. Описание спектра предельных точек может быть обеспечено методами теории гиперслучайных явлений.

Введение нового понятия предела позволило обобщить на случай многозначных функций известные для однозначных функций понятия, в частности, понятия сходимости, непрерывности, дифференцируемости, первообразной, неопределенного и определенного интегралов.

Установлена взаимосвязь между многозначными и расходящимися функциями. Исследованы особенности трансформации однозначных функций в многозначные и, наоборот, многозначных функций в однозначные.

Литература

1. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений: физические и математические основы [Электронный ресурс] / Горбань И.И. – К.: Наукова думка, 2011. – 318 с. – Режим доступа: http://www.immsp.kiev.ua/perspages/ gorban_i_i/index.html.
2. Горбань И.И. Теория гиперслучайных явлений. [Электронный ресурс] / Горбань И.И. – К.: Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, 2007. – 181 с. – Режим доступа: http://www.immsp.kiev.ua/perspages/ gorban_i_i/index.html.
3. Горбань И.И. Статистически неустойчивые процессы: связь с фликкер, неравновесными, фрактальными и цветными шумами / И.И. Горбань // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2012. – Т. 55, № 3. – С. 3 – 18.
4. Горбань И.И. Расходящиеся последовательности и функции / И.И. Горбань // Математические машины и системы. – 2012. – № 1. – С. 106 – 118.
5. Горбань И.И. Многозначные величины, последовательности и функции / И.И. Горбань // Математические машины и системы. – 2012. – №3. – С. 147 – 161.

А.Н. Воронин
Национальный авиационный университет
e-mail: alnv@voliacable.com

ВЕКТОРНЫЙ ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ

В различных сферах управления и экономики актуальной является задача такого распределения ресурсов управляемой системы между отдельными элементами (объектами), при котором обеспечивается наиболее эффективное функционирование системы в заданных обстоятельствах. Часто эта задача решается субъективно, на основе опыта и профессиональной квалификации лица, принимающего решение (ЛПР). В простых случаях такой подход может оказаться оправданным. Однако при большом количестве объектов и в ответственных случаях резко возрастает цена ошибки управленческого решения. Становится необходимой разработка формализованных методов поддержки принятия решений для грамотного распределения ресурсов между объектами с учетом всех заданных обстоятельств.

Рассмотрена проблема распределения заданного глобального ресурса системы при ограничениях, накладываемых на парциальные ресурсы. Показано, что проблема заключается в построении адекватной целевой функции для оптимизации процесса распределения ресурсов в условиях их ограниченности. Для решения рассматриваемой проблемы предпринимается подход многокритериальной оптимизации с применением нелинейной схемы компромиссов. Приведены модельные примеры.

ДОДАТОК 3

Сосницкий А.В.
Бердянский государственный педагогический университет
e-mail: sosnitsky.ukr@yandex.ua, тел. 0665093093

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Современная Наука достигла высочайшего уровня развития, когда классическая научная методология практически исчерпывает исследование и разработку основных традиционных областей Человечества и ставятся задачи освоения принципиально иных явлений нашей Цивилизации, для которых пока отсутствует необходимая научная база.

Главной особенностью предстоящей реформации ожидается переход Науки от обслуживания сравнительно простых неживых явлений к несравненно более сложным живым явлениям нашего Мира, что подтверждается сегодня очевидным сочетанием удивительного прогресса в первом и колоссальных проблем во втором.

На фоне видимой части мирового прогресса Наука все более втягивается в скрытый затяжной кризис, обусловленный неопределенностью важнейших живых понятий, таких как интеллект, мышление, личность, общество, Цивилизация и других, следующих за ними, к которым продолжают применяться бесперспективные неживые подходы. Таким образом, решение этой проблемы есть не только новое научное направление, но и радикальная реформа Науки, Человечества и, можно показать, что и всей нашей Вселенной.

Автор в результате сложных многолетних исследований и разработок впервые показал, что эту проблему никак невозможно решить в рамках современной Науки и для этого необходимо осуществить ее принципиальное развитие на основе создания так называемой Универсальной (от слова «Универс» - Вселенная) Модели, представляющей Вселенную как единое целое. Если экспериментальные методы неживой Науки приближенно абстрагируют Вселенские явления снизу-вверх (схема условного рефлекса), то в такой Модели появляется возможность восстановления (конкретизации) абстрактов (понятий, категорий, определений) сверху-вниз и контролировать при этом требуемую точность и полноту.

Человечество всегда стремилось создать Универсальную Модель во всех серьезных системах знаний, однако для этого отсутствовали необходимые условия, которые возникли только с появлением формальных машин, постановкой соответствующих задач и накоплением достаточного опыта. Выполненные фундаментальные исследования впервые показали возможность создания такой Модели и определили концепцию ее построения.

Модель обладает уникальными свойствами и потенциально способна неограниченно производить любые требуемые частные модели явлений, что допускает ее применение во всех без исключения областях. Фактически она является объединяющим межотраслевым научным стандартом, впервые позволяющим осуществлять эффективную унификацию и интеграцию общечеловеческих знаний.

Создание Модели в соответствии с предложенной концепцией должно осуществляться всем ученым сообществом и каждое ее приложение открывает путь для гармонизации соотвествующих неразрешимых проблем. Уже сейчас получены принципиальные решения в области научной методологии, искусственного интеллекта, образования, всемирной глобализации и др. Впервые естественно выведены из самых общих свойств Вселенной классификации сущих, системы базовых Вселенских понятий, определения таких понятий и создан методологический инструментарий для выполнения научных исследований и разработок, принципиально допускающий в дальнейшем полную и точную формализацию.

Модель полностью обоснована в рамках исходных постулатов, поддерживающих нашу Вселенную в таком виде, как мы ее наблюдаем, и впервые лишена всех внутренних противоречий, что, в отличие от всех существующих систем знаний, обеспечивает ее единство и перспективу абсолютной формализации. Исследованы принципы ее построения в виде последовательности вложенных так называемых квазиУниверсумов, допускающей непротиворечивый синтез Модели и фактически являющейся новой парадигмой Науки.

Для этого в Модель пришлось ввести систему естественных взаимно согласованных и обоснованных высокоабстрактных гипотетических допущений для удовлетворения этих очевидных постулатов. Получена гипотеза гармонической космологии с замыканием на понятие Ничто, из которого в результате внутренней разгармонизации происходит все бесконечное разнообразие Вселенной, движущееся обратно в сторону Ничто под управлением СверхЗакона Гармонии вплоть до достижения абсолютной Гармонии Ничто (гипотеза гармонической смерти Вселенной).

Это движение определяет Вселенную и все ее сущие на основе возникающих при этом 4-рех важных принципов строения: 1) абсолютность как единство и единственность Вселенной, 2) абстрактность в форме Вселенской абстрактной пирамиды (ВАП), 3) гармоничность как СверхЗакон Гармонии и 4) познаваемость как взаимную доступность сущих. Вселенная делится на три Комплекса: Пространство, Время и Материя, участвующих в каждом сущем, которое далее конкретизируется на 8-мь классов компонентов.

Развитие понятия связи под управлением СверхЗакона порождает классические состояния сущих, непосредственно применяемые в отраслевых Науках. Впервые в мировой Науке методом вывода сформулированы определения информации, знания, понимания, исследования, мышления, интеллекта и др. и открываются возможности достижения всех абсолютных определений.

Данная теория фактически впервые выступает единым стабильно развивающимся мировым общенаучным стандартом и должна стать фундаментальной учебной дисциплиной для подготовки специалистов всех учебных направлений и профилей.

Список литературы

1. Сосницкий А.В. Гармоническая теория развития процессов и ее следствия: эволюция, революция, проблема, кризис, катастрофа. Материалы научно-технической конференции «Проблемы принятия решений в условиях неопределенности», июнь 2005, Бердянск-Киев, стр. 225-227.
2. Sosnitsky A. V. Conceptual programming: program as a copy of subject domain. Theoretical and applied aspects of program systems development, September 2007, Kiev, pp. 305-311.
3. Sosnitsky A. V. The Conception of Abstract Programming. Sino-European Engineering Research Forum, Glasgow, UK, Volume 1, 2008, pp. 34-40.
4. Sosnitsky A. V. Harmonious Foundations of Intelligence. Communications of SIWN, Volume 7, May 2009, pp. 66-72.
5. Сосницкий А.В. Искусственный интеллект и радикальная реформа современной Науки // Искусственный интеллект. – Донецк. 2011, №1, с. 91-105.
6. Сосницкий А.В. Искусственный интеллект и Универсальная гармоническая Методология Познания // Искусственный интеллект. – Донецк. 2011, №2, с. 70-83.
7. Sosnitsky A. V. Artificial Intelligence and Unresolved Scientific Problems. International Journal "Information Theories and Applications", Vol. 18, Number 1, 2011, pp. 82-92.
8. Sosnitsky A. V. Beginnings if the Universe Model and Deduction of Initial System of Information Concepts. International Journal "Information Theories & Applications", 2012, Vol.19, No.1, pp. 56-85.
9. Сосницкий А, Хоменко В., Кравченко Д., Сосницкая М., Сосницкая Н., Кравченко Н. Концепция реформы системы национального образования, основанная на мышлении. International Journal "Information Thechnologies & Knowledge", 2012, Vol.6, No. 3, pp. 283-299.
10. Sosnitsky A. V. Application of the Universe Theory: Modern Globalisation is Progressive but Unfair and Problem World System. International Journal "Information Theories & Applications", 2012, Vol.19, No.2, pp. 169-180.

А.В. Сосницкий, М.А. Сосницкая
Бердянский государственный педагогический университет
e-mail: sosnitsky.ukr@yandex.ua, тел. 0665093093

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ГЕНИАЛЬНОГО ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ

В предыдущих работах авторов изложена концепция гениализации современного человеческого общества посредством специального воспитания и образования, принципы которых впервые обоснованно выведены из так называемой Универсальной (от слова «Универс» - Вселенная) Модели, в которой впервые получены высшие компоненты нашей Вселенной.

Главная проблема воспитания и образования людей, стимулирующая указанные исследования и разработки, состоит в наличии трех совместных взаимно противоречивых факторов:

1. Знания не передаются по наследству, кроме как необходимые для воспроизводства и развития организма, и каждый новый человек после рождения вынужден приобретать их, практически начиная с нуля.
2. Современная Наука быстро и ничем неограниченно развивается с непрерывным монотонным увеличением объема и сложности (уровня) своих Знаний.
3. Имеются биологические ограничения на объем и скорость усвоения знаний человеком.

При неограниченном развитии человеческих знаний эти свойства обязательно рано или поздно вступают во взаимные противоречия, что в той или иной мере наблюдаются уже сейчас на всех стадиях от семейного воспитания до начального, общего и высшего образования. Эта проблема имеет всеобщий характер.

В рамках современной классической Науки невозможно решение сформулированной проблемы и это можно сделать только на иной принципиальной основе, в качестве которой применяется вышеуказанная Универсальная Модель, позволяющая подойти к проблеме совсем с другой стороны.

Главная идея решения этой проблемы состоит в использовании разрабатываемой Универсальной Модели и следующего из нее принципа Познаваемости Вселенной, согласно которому каждое сущее (субъект) способно полностью познать (копировать) всю Вселенную, начиная с любого стартового сущего Вселенной и нулевой начальной способности познания.

В работе показано, что для решения этой проблемы следует переформулировать процесс познания в терминах системы понятий Универсальной Модели и определить универсальные принципы его организации, которые затем следует применять к реальным учебным процессам. Всякое отступление от таких принципов ведет к снижению эффективности познания и порождению разнообразных проблем. Универсальными принципами являются типовые свойства, условия и действия познающего субъекта в стандартных состояниях познаваемого объекта.

В работе конкретизированы ранее изложенные принципы как имеющие отношение к познанию и которые, по сути, являются потенциальными процедурами гармонизации в типичных частных возникающих условиях сущего-субъекта, познающего некоторый заданный объект. Все предварительные определения сделаны в вышеуказанных работах со ссылками в ней на других релевантные работы.

1. Абсолютность как частичная прямая или косвенная принадлежность сущих к Абсолюту (высшая степень текущей Гармонии). Означает наличие абсолютной части Вселенной и частичное наследование ее свойств всеми внутренними сущими. Выделение и познание (копирование) абсолютных свойств принципиально уточняет копии сущих.
2. Абстрактность как принадлежность сущих к ВАП. Сущие обладают видимой (реальной) и невидимой (абстрактной) специально связанными между собой частями.

Абстракты встроены в сущие и имеют иерархию наследования свойств. Познание есть восстановление ВАП по видимой реальной части сущих.

3. Абстрагирование как выявление высших абстрактов сущих. Использует свойство повторения абстрактов во всех производных абстрактах, которые последовательно анализируются (сканируются) на предмет выделения повторяющихся частей.

4. Конкретизация как получение производных в ВАП абстрактов от заданного исходного абстракта. Использует свойство комбинации совместимых абстрактов с образованием более сложных абстрактов.

5. Совместное циклическое абстрагирование и конкретизация нивелирует недостатки обоих действий и позволяет наращивать субВАП сущих.

6. Гармоничность как всеобщая связность сущих. Вследствие однонаправленности связей образует последовательности (траектории) сущих так, что каждое сущее в ней имеет три обязательных атрибута: происхождение сущего, само сущее и следствие сущего.

7. Вселенная и ее сущие есть совокупность взаимодействующих последовательностей происхождения сущих, исключающие из возможного многообразия слабо гармоничные связи.

8. Вселенная имеет три потока всеобщих направленных траекторий сущих: абстрактная иерархия (ВАП), иерархия вложенности (реальных) явлений и Время.

9. Гармонизация как СверхЗакон развития Вселенной. Все сущие в конечном итоге стремятся к максимизации текущей Гармонии.

10. Гармония как Вселенская величина определяет потенциал (возможность) гармонизации сущих. Связность сущих сводится к передаче и наращиванию суммарной Гармонии сущих.

11. Познаваемость есть возможность неограниченного (вплоть до полного) копирования сущих от любого стартового сущего и нулевого начального уровня развития субъектов вследствие всегда достаточной взаимной связности сущих и временного интервала для этого.

12. Вследствие наследования общих высших абстрактов Вселенские сущие имеют начальное подобие, обеспечивающую взаимную связность сущих. Исходная гомотропность допускает единую формализацию Вселенной и ее сущих и однозначную трансляцию формул в другие однозначные формальные системы.

13. Исходная гомотропность Вселенной и ее сущих допускает создание универсального единого для всех сущих абсолютного языка формализации.

14. Голографичность Вселенной и ее сущих есть соединение в каждом из них всех абсолютных свойств через наследование так, что невозможно что-либо изменить в абсолютном сущем без изменения всего Абсолюта в целом.

15. Вселенная и ее сущие есть бесконечная вширь и рекурсивно вглубь структура связей (внутренних копий) с отсутствием элементарных (атомарных) сущих, но присутствием типовых (повторяющихся) комбинаций структур связей.

16. Вследствие п. 15 структурные (качественные, концептуальные) есть основные исходные основные методы познания, порождающие остальные методологии познания.

17. Поскольку структуры есть свойства (качества, понятия, концепты), то структурные методы есть качественные (концептуальные) по своей природе.

18. Сущее есть часть Вселенной, выделяемое некоторой связью как единое целое. Такое выделение вариативно в зависимости от гармонических потребностей и, поэтому, состав и структура связей сущих непрерывно меняются во Вселенной.

19. Связь (существование, познание) есть копия одного сущего в другом сущем. Есть конкретное (для соответствующей пары сущих) направленное относительное свойство.

20. Свойства могут повторяться и так образуют типовые свойства. ВАП есть совокупность абсолютных типовых свойств (понятий) Вселенной, которые являются основными строительными блоками Вселенной и ее сущих.

21. Вселенские сущие формируются частично из типовых понятий (абстрактов) ВАП

(идентификатор) и частично из произвольных свойств, свободно возникающих в процессе взаимного копирования (коммутатор).

22. Направленность есть несимметричность свойств сущих. Симметрия есть одинаковость свойств сущих. Несимметричность порождает необратимость развития (изменения) сущих. Упорядоченная массовая (встроенная в многие сущие) необратимость порождает потоки и субпотоки направленности Вселенной.

23. Связи естественно классифицируются комбинацией исходных свойств: полные, частичные, белые, серые и черные, указанными в ссылаемых работах.

24. Абстракты конечны или бесконечны (в случае встроенной рекурсии), но имеют конечное выражение. Это допускает их познание конечной частью сущих-субъектов.

25. Чем выше абстракт в ВАП, тем слабее он виден, но обще область его действия.

26. Абстракты ниже образования ПВМ-Комплекса в ВАП и явления (все вместе – ПВМ-сущие) наследуют свойства Пространства, Времени и Материи. Материя делится на временно-неподвижную (предметы) и временно-подвижную (процессы) части. Предметы образуют текущую жесткую часть, а процессы – текущую мягкую часть сущего.

27. ПВМ-сущие имеют единую структуру с 8-мью классами компонентов: сам ПВМ-Комплекс (3 компоненты), вложенные (внутренние) сущие, (внешние) связи, законы, движение связей и (гармоническую) цель..

28. ПВМ-сущие имеют единую форму процесса, начинающуюся с определения сущего и завершающегося разрушением сущего с порождением производных более гармоничных процессов.

29. Сущие имеют начало (центр), которым есть определение сущего – исходная связь компонентов.

30. Сущие имеют направление развития (ось процесса) в сторону гармонизирующей цели и конус развития, последовательно соединяющий гармонизируемые внешние сущие. После исчерпания гармонического потенциала сущее обретает форму воронки деградации до разрушения своего определения.

31. Детерминизм (зависимость, пассивность) есть наличие внешних входных связей сущего, формирующих часть конструкции сущего. Порождает закономерность свойств сущих.

32. Свобода (независимость, активность) есть наличие неиндуцированных извне внутренних связей сущего, порождающих самостоятельность движения сущего.

33. Регулярность есть эквивалентность части свойств в некотором множестве сущих, порождающая частично подобные сущие.

34. Точность есть совпадение копии с оригиналом. Неточность (погрешность, ошибка) есть расхождение копии с оригиналом. Точность по отношению к Абсолюту ведет к абсолютизации копий.

35. Виртуализация есть превышение свойств копий над оригиналом, позволяющая виртуально получать более гармонические проектные решения в свободной части сущих.

36. По мере гармонизации растет регулярная часть и уменьшается свободная часть сущих, порождая детерминизм и закономерность.

37. СубВАП (суб- в смысле под-, т.е. часть) сущего есть часть ВАП, релевантная сущему. СубВАП позволяет заменить ВАП для упрощения обработки сущих. Вершина субВАП называется замыканием сущего.

38. Замыкание абстрактной части обеспечивает единство и целостность сущих. Позволяет внутренне гармонизировать отдельные знания в единую связную целостную систему - образование субъекта. Усвоение высших понятий ВАП для широкого круга областей есть воспитание субъекта.

39. ПВМ-сущие классифицируются на 5-ть классов в зависимости от внутренней структуры и использования гармонизации по оси Времени.

40. Низшие сущие подчиняются термодинамическим и механическим законам, ведущих к диссипации сущих, а живые - имеют возможность создавать субъективные

законы, ведущие к гармонизации.

41. Существование живых сущих (субъектов) происходит циклически в три стадии: познание гармонизируемого объекта, принятие гармонического решения (цель) и реализация решения.

42. Познание объекта субъектом происходит циклически в три стадии: копирование объекта субъектом и начальное формирование знаний об объекте, понимание копии и дополнительное исследование объекта.

43. Копирование объекта субъектом осуществляется циклически в три стадии: наблюдение (запоминание) объекта, виртуальное развитие (прогнозирование) субъективной копии до достижения цели, возврат в реальное настоящее.

44. Понимание знаний субъектом есть всевозможная гармонизация знаний самих с собой и с объектом. В результате выявляются негармонизированные связи, которые переходят на дополнительное исследование.

45. Исследование есть активное выборочное копирование субъектом недогармонизированных (на копиях) связей объекта.

46. Принятие гармонического решения есть определение пути на субъективной копии от текущего к целевому состоянию объекта.

47. Реализация решения есть управление субъектом внешними воздействиями на реализацию пути достижения цели объекта.

48. Виртуальное развитие субъектом обычно неточной копии монотонно увеличивает неточность получаемого решения вплоть до потери адекватности текущей цели объекта.

49. При нарастании неточности управления возникают дисгармонические состояния управляемого объекта: развитие (эволюция), различие, противоречие, проблема, стагнация, революция, катастрофа.

Этот список можно бесконечно продолжать по мере конкретизации. Применение универсальных принципов уже сейчас позволяет планомерно повышать качество учебно-воспитательного процесса по всем дисциплинам в следующем начальном порядке:

1. Пересмотреть элементарные связные порции (абзацы) учебного материала по каждому из указанных принципов и найти релевантные универсальные понятия. Выразить по имеющейся смысловой возможности эти порции в новой системе понятий. При этом следует по возможности использовать привычную учащимся терминологию.

2. Если некоторый смысл порций по умолчанию опущен, что часто встречается в научной и педагогической литературе, то не пропускать его в новой версии учебного материала, а открыто заявить об этом в тексте во избежание предположения, что он будет определен дальше.

3. Повторить пп. 1-2 для более общих порций учебного материала – разделов, тем, глав и др.

4. Гармонизировать в смысле универсальных принципов структурно-логическую схему учебной дисциплины и повторить пп.1-3.

5. Гармонизировать в смысле универсальных принципов межпредметные связи учебной дисциплины с релевантными учебными дисциплинами.

6. Развивать универсализацию учебных дисциплин по мере внедрения универсальных принципов.

Ожидается, что использование универсальных принципов по мере универсализации учебных дисциплин позволит повысить восприятие нового учебного материала по мере выработки у учащихся стандартных универсальных познавательных механизмов, образующих систему эффективных образовательных рефлексов, гениализирующих познание и мышление.

Волошин О.Ф.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
e-mail: olvoloshyn@ukr.net

ЧОМУ І ЯК ВЧИТИ «ПРИКЛАДНИКІВ»

1. Ці тези написані на основі зробленої автором доповіді (без представлення самої доповіді і тез) на Міжнародній конференції «Modern (e-) Learning» («Сучасна (електронна) Освіта»), що відбулася в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка 13-14 вересня цього року [1].

2. Спочатку деякі пояснення. По-перше, «прикладники» - це студенти, які навчаються за спеціальністю «прикладна математика» (в термінології студентів інших спеціальностей – «примати»). Під «прикладниками» (без суттєвих обмежень) можна розуміти і ширше коло спеціалістів, що використовують математику в прикладних дослідженнях [2,3]. По-друге, під «прикладною математикою» будемо розуміти «науку про побудову, дослідження, інтерпретації та оптимізацію математичних моделей реальних об'єктів» [2]. З іншого боку, «математику як таку» схематично поділимо на «чисту» і «прикладну» - «математику як ціль» і «математику як засіб» [2]. Афористично поділ на «чистих» і «прикладних» математиків визначається їх відношенням до цілі і засобів: «чистий математик робить те, що може, так як треба», «прикладний - робить те, що треба, так як може».

3. Чиста математика ґрунтується на дедуктивно-аксіоматичному підході, в котрому всі побудови і міркування проводяться на нескінченних (континуальних) множинах. Сфера застосування дедуктивного підходу – дослідження «існування», «збіжності», отримання точних рішень в задачах «малої» розмірності. Прикладна математика працює на скінченних множинах, використання в ній нескінченних множин є апроксимацією, наближенням, огрубленням скінченних моделей. В основі прикладної математики лежить індуктивний підхід, згідно з яким висновки здійснюються на базі скінченної кількості спостережень, експериментів. Сфера застосування індуктивного підходу – отримання наближених рішень в задачах «великої» (практичної) розмірності на основі інформації в навчаючих вибірках. Дедуктивний підхід – це абстракція, відірваність від реальності, індуктивний – це реальність, в якій «скінченна» модель, вивчає «скінченний» світ (навіть, якщо він сам по собі нескінченний). На основі приведених міркувань проф. Гупал А.М. (див. [1], с.39) робить висновок – «індуктивний підхід необхідно використовувати при розробці навчальних програм у вишах, в першу чергу, при підготовці спеціалістів в галузі прикладної математики, інформатики та комп'ютерних наук».

В математиці і освіті індуктивний підхід широко не використовується, не зважаючи, з одного боку, на існування величезної кількості контр прикладів і парадоксів в дедуктивному підході (див. далі), з іншого боку, не враховуючи успіхів у застосуванні та обґрунтуванні індуктивного підходу (див., наприклад, [4]). Сказане вище, звичайно, не заперечує використання дедуктивного підходу при вивченні реальності, сучасну математику необхідно вважати об'єднанням дедуктивного та індуктивного підходів. Але це не означає, що при застосуванні дедуктивного підходу він не повинен розвиватись, модифікуватись. Так, в доповіді проф. Горбаня І.І. (див. [1], с.38, 55-58) стверджується, що необхідно розвивати конструктивно-аксіоматичний підхід, при якому об'єктом вивчення є реальний фізичний світ, а не його абстракті математичні моделі. Останнє може забезпечуватись введенням додаткових фізичних гіпотез (аксіом «адекватності»), котрі фіксують наявність та особливості фізичних феноменів. Обов'язковою вимогою до фізичних гіпотез є їхня узгодженість з експериментальними даними (яких знову ж таки, як і у випадку індуктивних теорій,– скінченна кількість).

Введення «аксіом адекватності» в теорії ймовірностей привела до створення нової фізично-математичної теорії «гіпервипадкових» процесів, яка відкриває нові можливості для розв'язання практичних задач [5].

4. Доцільно коротко нагадати історію взаємовідносин чистої і прикладної математики (за [2]). Математика в стародавньому Єгипті була «відверто» прикладною. «Чиста» математика, скоріш за все, виникла в стародавній Греції. Саме старогрецька наука виробила дедуктивний спосіб побудови теорій, але принципово слід відмітити, що вона не визнавала «актуальної» нескінченності, яка приводить до численних парадоксів (згадаймо хоча б апорії Зенона). В 16-18 ст. (час «Наукового відродження») обидва напрямки – прикладний і теоретичний – взаємодіяли, їх симбіоз привів до значних успіхів у розв'язанні задач реального світу (в першу чергу, в механіці). З тих часів основним математичним апаратом став «математичний аналіз» («аналіз нескінченно малих»), в якому даються засоби вивчення «нескінченно малих впливів» одних величин на інші. Тим самим, в основу математики було покладено феномен актуальної нескінченності (поняття «границі» нескінченної послідовності), а за образним висловом П. Еренфеста «послідовність завжди веде до диявола». І цей «диявол» займав панівне становище у математиці з середини 19 ст. до середини 20 ст. у вигляді дедуктивного «теоретико-множинного» підходу, який завів (в певному сенсі, звичайно) чисту математику в «Ад нескінченності» (згадаймо хоча б результати Кантора, Гьоделя, Коена). Зокрема, аксіоматично побудована теорія ймовірностей за Колмогоровим у застосуванні до реальності є «лженаукою» (тобто вивчає те, чого не існує – «випадковості немає, є непізнана необхідність»- за Гегелем). Альтернативою класичної теорії ймовірностей в останній дефініції є теорія нечітких множин (Fuzzy Sets), в якій всі побудови здійснюються на основі скінченних вибірок на відміну від класичної теорії ймовірностей, в яких висновки робляться при нескінченній кількості випробувань.

5. З середини 20 ст. основним інструментарієм розв'язання практичних задач стало машинне моделювання. Комп'ютерні моделі є принципово скінченними, ніякі граничні переходи, мова ε-δ тут некоректні. «Класична» похідна є апроксимацією відношення скінченних (скінченно малих) різниць. Навіть, якщо математична модель (у вигляді диференціального рівняння) має аналітичний розв'язок (навіть у вигляді числа, наприклад, $\sqrt{2}$) результат повинен бути представлений числами із скінченною мантисою і накопичення помилок округлення може привести до розв'язку, який не має нічого спільного зі «справжнім» .

Тут доцільно надати «функціональну» відмінність «чистого» і «прикладного» математика (за Пуанкаре). З того, що $A_0 = 1$, $A_1 = A_0$, … , $A_{n-1} = A_n$ «чистий» математик зробить висновок, що $A_n = 1$. Якщо $A_0 = 1$, $A_1 = A_0 + 10^{-10}$, $A_2 = A_1 + 10^{-10}$, … «прикладний» математик зробить висновок, що $A_n \approx 1$, хоча навіть при невеликій кількості ітерацій A_n може бути значно більшим за 1. Якщо точність представлення чисел в ЕОМ дорівнює 10^{-9}, то для «комп'ютерного» математика $A_0 = 1$, $A_1 = A_0$, … і $A_n = 1$ для будь-якого n, хоча при відносно невеликій кількості ітерацій (напр. 10^{12}) A_n буде суттєво більшим за 1.

На прикладі класичних математичних дисциплін, таких як математичний аналіз, лінійна алгебра, чисельні методи можна проілюструвати існування певних відмінностей у сутності важливих категорій (означень) чистої та комп'ютерної математики [6]. В таблиці нижче наведено неповний перелік таких категорій.

КАТЕГОРІЇ КЛАСИЧНОЇ МАТЕМАТИКИ	КАТЕГОРІЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ
Математичний нуль (точний)	Машинний нуль (залежить від представлення плаваючих чисел)
Математичний окіл числа	?
Математичний ранг	Машинний ранг
Нескінченно мале число	Скінченно мале число
Нескінченно велике число	Скінченно велике число
Збіжність – граничні властивості нескінченної кількості елементів	?
Неперервність, як граничний перехід (за Коші, Гейне)	Скінченна вибірка (Дискретність) - різницевий аналог
Монотонність, диференційованість, інтегровність, як властивості граничних переходів	Властивості скінчених виборок (дискретних) значень
Недиференційовність, як властивість граничних переходів	?
Множини раціональних, дійсних та комплексних чисел є операндами	Не всі елементи множин можна представити засобами ПК (зона машинного нуля тощо)
Комутативність та асоціативність основних операцій (обчислень)	Некомутативність, неасоціативність основних комп'ютерних операцій, залежність обчислень від варіанту аналітичного подання виразу

В багатьох математичних категоріях "проглядається" особлива роль класичного нуля. При проведенні обчислень з різною точністю будемо мати свої варіанти кількісних значень нуль-не нуль, а це суттєво може вплинути на кількість лінійно-незалежних векторів, величину рангу матриці обмежень, розмірність простору (підпростору), подання множин розв'язку, умови єдиності та неєдиності тощо. Класичні умови монотонності, збіжності, неперервності, диференційовності, унімодальності, умова Ліпшиця для функцій при комп'ютерній реалізації коректно здійснити важко – оскільки проводиться порівняння на скінченній виборці дискретних значень поза зоною субнормальних чисел (з околу машинного нуля). Навіть для функцій однієї змінної, такі особливі точки як стаціонарності, кінці інтервалу, точки розриву перегину, багатозначності, недиференційовності тощо важко ідентифікувати. Невиявлення таких властивостей приводить до неадекватності при моделюванні.

Легко навести приклади, які вказують на потребу в проведенні постійної, адекватної та вчасної зміни та уточнень у викладенні як класичних (теоретичних) дисциплін так і комп'ютерних з метою зменшення неадекватностей у формі та змісті основних категорій, що застосовуються сумісно при моделюванні та розв'язанні інших практичних задач. Це, на наш погляд, може бути досягнуто включенням у теоретичні курси додаткових розділів, в яких необхідно вказувати на комп'ютерні особливості проведення, наприклад, диференціювання, інтегрування, визначення величини рангу, околу точки та інших звичних аналітичних дій на практиці з використанням ПК. В той же час при викладенні курсу, наприклад, чисельних методів, зокрема в розділах пов'язаних з нелінійною оптимізації, необхідно вказувати місце обмежуючих класичних локальних властивостей (зокрема класичних неперервно-диференціальних функціональних властивостей – умови Ліпшиця, унімодальності) для коректної реалізації чисельних методів та алгоритмів.

6. Автор мав безпосереднє відношення до розробки нормативних документів для спеціальності «прикладна математика» в 1993-1994 рр. і знайомий з підготовленими в 2010-

2011 рр. (ще не прийнятими) новими стандартами. Дивно, але перелік нормативних курсів практично не змінився, а якщо і змінився, то не в найкращий бік. Так, на другому курсі введено дисципліну «системний аналіз і теорія систем». І це до читання курсів з дослідження операцій, теорії прийняття рішень і теорії керування.

7. Резюме. На погляд автора необхідна суттєва корекція програм з прикладної математики – в бік скінченності, індуктивності, нечіткості, аналізу комп'ютерних моделей, тобто підготовка спеціалістів з прикладної математики повинна базуватись на «аналізі скінченно малих» (комп'ютерній математиці).

Література

1. Волошин А.Ф., Величко В.Ю., Марков К.К. (наукові редактори)/ Праці VII міжнародної конференції "Modern (electronic) Learning" (MeL): Київ, 13-14 вересня 2012 р.- Київ: Київсбкий національний університет імені Тараса Шевченка.- 104 с.
2. Блехман И.Н., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г. Механика и прикладная математика. Логика и особенности приложения.-М.:Наука, 1990.-360 с.
3. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа.-М.: Наука, 1981.- 488с.
4. Гупал А.М., Сергиенко И.В. Оптимальные процедуры распознавания.- Киев: Наукова думка, 2008.- 232с
5. Горбаль И.И. Теория гиперслучайных явлений.- Киев: Наукова думка, 2011.- 317с.
6. Волошин О.Ф., Кудін В.Г. Про врахування особливостей означень базових категорій при викладанні класичних математичних та базових дисциплін// Праці VII міжнародної конференції "Modern (electronic) Learning" (MeL): Київ, 13-14 вересня 2012 р.- Київ: Київсбкий національний університет імені Тараса Шевченка.- С. 75-77.
7. Самарский А.А., Гулин А.Г. Численные методы.- М.: Наука, 1989. - 432с.
8. Метьюз Д.Г., Финк К.Д. Численные методы.-Москва: Вильямс, 2001.-703с.
9. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра. - М.: Мир, 2001,- 430с.
10. Волошин А.Ф. Метод локализации области оптимума в задачах математического программирования // Доклады АН СССР,1987,том 293,№3.-С.549-553.
11. Кудин В.И. Застосування методу базисних матриць при дослідженні властивостей лінійної системи // Вісник Київського університету. Серія ф.-м. науки. - 2002. - 2. - С. 56-61.
12. Волошин А, Кудин Г., Кудин В. Методы анализа малых возмущений линейных моделей // Natural and Artificial Intelligence, ЇTHEA, Sofia, 2010. - P. 41-47.
13. Богаенко В, Кудин В. О принятии решений при анализе малых возмущений линейных моделей // Information Models of Knowledge, ITHEA, Kiev-Sofia, 2010. - P. 226-231.
14. Волошин А., Кудин В. Последовательный аналіз конечно малих возмущений линейных моделей при комп'ютерном моделировании// International Journal "Information Technologits & Knowledge", 2012, Vol, 6, N 3.- P.240-249.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Андрашко Юрій Васильович, ДВНЗ “Ужгородський національний університет”, аспірант.
Антосяк Павло Павлович, доцент, к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ».
Ахієзер Ілля Олександрович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», магістр кафедри комп’ютерної математики та математичного моделювання.
Білан Мар'яна, студентка КНТУ ім. Т. Шевченка.
Бабенко Юлия Васильевна, Национальная металлургическая академия Украины, аспирантка.
Бабич Михайло Данилович, професор, д.ф.м.н. Український державний університет фінансів та міжнародної торгівлі.
Басараб Руслан Михайлович, Інститут Космічних Досліджень НАН та ДКАУ, провідний інженер, магістр прикладної математики.
Белоусова Олена Андріївна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, провідний інженер.
Белько Иван Васильевич, УО «БГАТУ» , профессор, д.ф.-м.н.
Берзлев Олександр Юрійович, ДВНЗ “Ужгородський національний університет”, аспірант кафедри кібернетики і прикладної математики.
Біла Галина Дмитрівна, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, аспірантка.
Білан Степан Миколайович, Державний економіко – технологічний університет транспорту, доцент, канд. техн. наук.
Білоскурський Руслан Романович, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, доцент, кандидат економічних наук.
Бодянський Євгеній Володимирович, Харківський національний університет радіоелектроніки, професор кафедри штучного інтелекту, науковий керівник проблемної науково-дослідної лабораторії АСУ, доктор технічних наук, професор.
Бойог Беата Олександрівна, Ужгородський Національний Університет, магістр.
Бортош Марія Юліївна, Ужгородський національний університет, магістр.
Брила Андрй Юрійович, доцент, к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ»
Брус Олександр Анатолійович, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, магістр з інформатики.
Бурляй Ігор Володимирович, Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, ст. викладач.
Верстяк Андрій Васильович, Чернівецький національний університет імені Ю. Федьковича, доцент, кандидат економічних наук.
Винокурова Олена Анатоліївна, Харківський національний університет радіоелектроніки, провідний науковий співробітник Проблемної науково-дослідної лабораторії АСУ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник .
Вінничук Ігор Станіславович, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, асистент.
Вінничук Олена Юріївна, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, доцент, кандидат економічних наук.
Волкова Валентина Володимирівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, старший викладач кафедри штучного інтелекту, кандидат технічних наук.
Волошин Олексій Федорович, професор, д.т.н. КНУ ім. Шевченка
Воринка Василь Степанович, Ужгородський Національний Університет, магістр.
Воронін Д.Ю., к.т.н., СевНТУ.
Гавриль Мар’яна Федорівна, спеціаліст ДВНЗ «УжНУ»
Галковська А.С., магістр ДВНЗ «УжНУ»
Герасін Сергій Миколайович, Харківський національний університет внутрішніх справ, завідувач кафедрою математичного моделювання та інформаційних технологій, доктор технічних наук, професор.
Гецко Олександра Михайлівна, викладач ДВНЗ «УжНУ»

Гече Сандра Федорівна, аспірант ДВНЗ «УжНУ»
Гече Федір Елемирович, доцент, к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ»
Гладышев Александр Олегович, УЗ Минский городской клинический онкодинспансер, зав. отделением.
Глебена Мирослава Іванівна, старший викладач ДВНЗ «УжНУ»
Гожий Александр Петрович, Черноморский государственный университет им.П.Могилы, декан факультета компьютерных наук, кандидат технічних наук, доцент.
Головач Йосип Гнатович, професор, д.т.н. ДВНЗ «УжНУ»
Гомозов Євген Павлович, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри комп'ютерної математики та математичного моделювання, к.ф.-м. н., доцент.
Горіцина Ірина Анатоліївна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, старший науковий співробітник, кандидат економічних наук.
Градинар Иван Петрович, Ужгородский национальный университет, ассистент.
Гренджа Володимир Іванович, доцент, к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ»
Гривко Богдан Сергеевич, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», аспирант.
Григорків Марія Василівна, аспірантка, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.
Григорків Василь Степанович, професор, д.ф.м.н. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.
Гуляницький Леонід Федорович, професор, д.т.н. КНУ ім. Т.Шевченка
Гуменюк Д.В., студент, КНУ ім. Т.Шевченка.
Гуснай Юрій Васильович, ДВНЗ «Ужгородський національний університет», студент.
Дейнеко Анастасія Олександрівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірантка кафедри штучного інтелекту.
Демидюк Мирослав Васильович, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача, старший науковий співробітник, канд. фіз.-мат.наук.
Добуляк Леся Петрівна, Львівський національний університет імені Івана Франка, ассистент.
Долотов Артем Ігорович, Харківський національний університет радіоелектроніки, молодший науковий співробітник, кандидат технічних наук.
Домрачев Владимир Николаевич, Гос.ун-т информационно – коммуникационных технологий, профессор, к.ф.-м.н., доцент.
Донченко Володимир Степанович, професор, д.ф.м.н. КНУ ім. Шевченка
Доценко Сергей Иванович, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, факультет кибернетики, кафедра исследования операций, старший научный сотрудник, доцент, кандидат физ-мат наук.
Емеличев Владимир Алексеевич, Белорусский государственный университет, профессор, доктор физ.-мат. наук.
Єгорова Ольга В'ячеславівна, Черкаський державний технологічний університет аспірант.
Єдинак Олена Миколаївна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, молодший науковий співробітник, кандидат економічних наук.
Желдак Тімур Анатолійович, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», докторант, кандидат технічних наук, доцент.
Зайченко Олена Юріївна, ННК Інститут прикладного системного аналізу НТУУ «КПІ», професор, доктор технічних наук, доцент.
Зайченко Юрій Петрович, ННК "Інститут прикладного системного аналізу" НТУУ «КПІ», професор, доктор технічних наук.
Заховалко Тетяна Вікторівна, ДВНЗ Запорізький національній університет, доцент кафедри економічної кібернетики, к.ф-м.н..
Зварич Беата Павлівна, Ужгородський Національний Університет, магістр.

Землянський Олександр Миколайович, доцент, Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля.
Зюков Сергій Володимирович, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, асистент.
Ивличев Андрей Владимирович, Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАНУ, ведущий инженер-программист.
Іванова Надія Ярославівна, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, асистент.
Івохін Євген Вікторович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, доцент, к.ф.-м.н..
Ісопенко Григорій , аспірант ДВНЗ «УжНУ»
Іщенко Святослав Володимирович, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, аспірант.
Канаева Наталья Николаевна, ПФ НУБіП УКРАЇНИ "Кримський Агротехнологічний Університет" , доцент, канд. физ.-мат. наук.
Каніщева Ольга Валеріївна, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем, к.т.н..
Карапетян Анаіт Радіківна, Черкаський державний технологічний університет, кафедра інформаційних технологій проектування, аспірант кафедри інформаційних технологій проектування.
Кибич Галина Петрівна, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, аспірант.
Кириченко Людмила Олеговна, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент, к.т.н..
Кирия Руслан Виссарионович, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, и.о. зав. отделом горного транспорта, к.т.н., ст. научный сотрудник.
Ковальов Д. І., студент, КНУ ім. Т. Шевченка.
Ковач Ганна Михайлівна, Ужгородський національний університет, магістр.
Козин Игорь Викторович, Запорожский национальній университет, профессор, доктор физ.-мат. наук, доцент.
Колесникова О.В., магістр, Харківський національний університет радіоелектроніки
Колесніков Костянтин Васильович, Черкаський державний технологічний університет, кафедра інформаційних технологій проектування, доцент кафедри інформаційних технологій проектування, кандидат технічних наук.
Колчигін Богдан Владленович, Харківський національний університет радіоелектроніки, аспірант.
Колянова Тетяна Володимирівна, КНУ імені Тараса Шевченка, факультет кібернетики, асистент.
Кондор Галина Михайлівна, аспірант ДВНЗ «УжНУ»
Кондрук Наталя Емеріхівна, доцент, к.т.н. ДВНЗ «УжНУ»
Корник Іван Володимирович, Ужгородський Національний Університет, студент.
Королік Руслан Петрович, КНУ імені Тараса Шевченка, аспірант 3 курсу, факультет кібернетики.
Коротков Владимир Владимирович, Белорусский государственный университет, аспирант.
Котов Владимир Михайлович, БГУ Зав.кафедрой , доктор физ.-мат. наук, профессор.
Коцовський Владислав Миронович, викладач ДВНЗ «УжНУ»
Кравченко Ольга Віталіївна, Черкаський державний технологічний університет, асистент.
Крикавський Євген Васильович, НУ «Львівська політехніка», кафедра МЛ зав. кафедри МЛ, професор, доктор економічних наук.
Криштапович Елена Александровна, УО «БГАТУ» , старший преподаватель.
Кудін Володимир Іванович, КНУ імені Тараса Шевченка, с.н.с., д.т.н.
Кузка Олександр Іванович, доцент, к.ф.м. ДВНЗ «УжНУ»

Кузнецов Владимир Иванович, НМетАУ доцент кафедры ИТС, кандидат технических наук старший научный сотрудник.
Кузьо Наталія Євгенівна, НУ «Львівська політехніка», кафедра МЛ, старший викладач.
Кучер Павло Петрович, Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, ст. викладач.
Лавер Василь Олександрович, викладач ДВНЗ «УжНУ»
Ладані Жолт Юрійович, Ужгородський національний університет, магістр.
Литивн Олег Миколайович, Українська інженерно-педагогічна академія, завідувач кафедри вищої та прикладної математики, д.ф.-м.н, професор.
Лиховид Алексей Петрович, Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАНУ, научный сотрудник.
Ломага Марія Михайлівна, викладач ДВНЗ «УжНУ»
Ляшко Владимир Иванович, Национальный университет "Киево-могилянская академия", доцент к.ф.-м.н.
Маляр Микола Миколайович, доцент, к.т.н. ДВНЗ «УжНУ»
Мартинишин Іра Романівна, магістр ДВНЗ «УжНУ»
Матяшовська Беата Олександрівна, старший викладач, ЗакДУ.
Маханець Любов Леонідівна, Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, доцент к.е.н.
Машталир Сергей Владимирович, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, доцент канд. техн. наук.
Мирошник Олег Миколайович, Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, ст. викладач.
Михайлюк Віктор Олексійович, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, докторант к.ф.-м.н., доцент.
Михалёв Александр Ильич, НметАУ, заведующий кафедрой ИТС, доктор технических наук, профессор.
Мич Ігор Андрійович, доцент к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ».
Міца Олександр Володимирович, доцент, к.т.н. ДВНЗ «УжНУ»
Мулеса (Швалагін) Оксана Юріївна, ДВНЗ «УжНУ», викладач.
Мулеса Павло Павлович , викладач ДВНЗ «УжНУ»
Назарага Інна Михайлівна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. н. с. науково-дослідного сектору «Проблем системного аналізу», кандидат технічних наук.
Ніколенко Віктор Володимирович, приватний підприємець.
Ніколенко Володимир Володимирович, доцент, к.ф.м.н. ДВНЗ «УжНУ»
Остапенко Вадим Анатолійович, Інститутксмічнихдосліджень НАНУ-НКАУ, провідний інженер, магістр інформаційних технологій.
Першина Юлія Ігорівна, Українська інженерно-педагогічна академія, докторант к.ф.-м.н.
Пецко В.В., аспірант ДВНЗ «УжНУ»
Пічкур Володимир Володимирович, КНУ імені Тараса Шевченка, доктор фіз.-мат. наук, доцент.
Пічугіна Оксана Сергіївна, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, доцент кафедри прикладної математики, інформатики і математичного моделювання, кандидат фізико-математичних наук, доцент.
Плакасова Жаннетта Миколаївна, Черкаський державний технологічний університет, старший викладач.
Плакош Андріяна Іванівна, Ужгородський національний університет, магістр.
Плісс Ірина Павлівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, провідний співробітник Проблемної науково-дослідної лабораторії АСУ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник.
Повідайчик Мар’яна Михайлівна, студентка ДВНЗ «УжНУ».
Повідайчик Михайло Михайлович, доцент, к.е.н. ДВНЗ «УжНУ».
Повідайчик Оксана Степанівна, доцент, к.п.н. ДВНЗ «УжНУ».

Поліщук Володимир Володимирович, Закарпатський державний університет, асистент кафедри інформаційних та управляючих систем.
Поліщук Дмитро Олександрович, Відокремлений підрозділ Інформаційно-обчислювальний центр Державного територіально-галузевого об'єднання «Львівська залізниця», інженер.
Попович Людмила Валеріївна, студентка, ДВНЗ "УжНУ".
Потапенко Леонід Іванович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, провідний інженер, кандидат технічних наук.
Пришляк Катерина Олександрівна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, старший науковий співробітник, кандидат фізико-математичних наук.
Прокоп Беттіна Юріївна, Ужгородський Національний Університет, магістр.
Рак Лариса Кирилівна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, провідний інженер.
Рябова Наталія Володимирівна, Харківський національний університет радіоелектроніки, в.о. зав. кафедри штучного інтелекту, кандидат технічних наук, доцент.
Рясна Ірина Іванівна, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, н.с.
Савко Олександр Ярославович, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, асистент.
Самосьонок Олександр Сергійович, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, м.н.с., магістр (аспірант).
Сасонкіна Марія Сергіївна, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, асистент.
Свириденко Євгенія Анатоліївна, УжНУ, магістр.
Семенов Віктор Васильович, Інститут демографії та соціальних досліджень НАНУ, с.н.с., к.т.н.
Семенова Наталя Володимирівна, професор, д.ф.м.н. інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України
Сергієнко Іван Васильович, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, директор, докт. фіз.-мат. наук, професор.
Сіпко Олена Миколаївна, Черкаський державний технологічний університет, асистент.
Сіренко Ігор Павлович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, провідний інженер.
Скакун С.В., к.т.н., докторант, Інститут космічних досліджень АН України.
Скатков Олександр Володимирович, професор, д.т.н. СевНТУ
Скращук Лариса Вікторівна, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, аспірант.
Снитюк Віталій Євгенович, Черкаський державний технологічний університет, завідувач кафедри, д.т.н., професор.
Сосницький Олександр Васильович, Бердянський державний педагогічний університет, доцент канд.техн.наук.
Стеля Ігор Олегович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, молодший науковий співробітник, кандидат тех. наук.
Стеля Олег Борисович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач лабораторії, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, старший науковий співробітник.
Стецюк Петр Иванович, Институт кибернетики им. В.М.Глушкова НАНУ, старший научный сотрудник, к.ф.-м.н., с.н.с.
Страхов Євген Михайлович, Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, аспірант.
Тарасова Ольга Валерьевна, КНУ имени Тараса Шевченко, аспірантка.
Теплякова Галина Львовна, НметАУ, ассистент кафедры ИТС, магистр.
Терендій Ольга Володимирівна, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, математик 1 категорії.
Тереняк Тетяна Іванівна, Ужгородський Національний Університет, магістр.

Тимофієва Надія Костянтинівна, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем, п.н.с., доктор техн.наук, с.н.с.
Федунов Борис Евгеньевич, ФГУП ГосНИИАС, МАИ Нач.сектора, д.т.н., профессор.
Ходзінський Олександр Миколайович, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, с.н.с., к. ф.-м. н.
Цегелик Григорій Григорович, Львівський національний університет імені Івана Франка, д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри.
Чайка Дарія Олександрівна, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, студентка 1-го курсу магістратури.
Шаркаді Маріанна Миколаївна, ДВНЗ «УжНУ», викладач кафедри кібернетики і прикладної математики.
Шаронова Наталія Валеріївна, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем, д.т.н., професор.
Шило Володимир Петрович, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, провідний науковий співробітник, докт. фіз.-мат. Наук, старший науковий співробітник.
Шовгун Наталия Виталиевна, НУТУ «КПИ», аспирантка.
Штанькевич Алексей Степанович, НТУУ «Киевский политехнический институт», аспирант.
Штимак Анатолій Юрійович, старший викладач ДВНЗ «УжНУ»
Шумило Наталія Ярославівна, старший викладач ЗакДУ.
Яджак Михайло Степанович, Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України, провідний науковий співробітник, доктор фізико-математичних наук, старший науковий співробітник.
Яковлев Сергій Всеволодович, Харківський національний університет внутрішніх справ, професор кафедри математичного моделювання та інформативних технологій, доктор фізико-математичних наук, професор, заслужений діяч науки та техніки України.
Яковлева Ірина Олександрівна, Харківський національний університет внутрішніх справ, доцент, кандидат технічних наук.
Ярема Василь Іванович, професор, д.е.н. ДВНЗ «УжНУ».

ЗМІСТ

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

Організаційний комітет VI-ї Міжнародної школи-семінару

«ТЕОРІЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ»

висловлює подяку за спонсорську допомогу:

директору ТОВ «Канцелярка» **Лешко Інні Миколаївні**;

директору МПП «Ідея» **Копчі Ігорю Івановичу**.

ДЛЯ НОТАТОК