

Институт динамики систем и теории управления СО РАН
Институт проблем управления РАН
Институт вычислительных технологий СО РАН
Институт вычислительного моделирования СО РАН
Вычислительный центр ДВО РАН
Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» СО РАН
Монгольский университет науки и технологии
Институт информатики Академии наук Монголии

**III РОССИЙСКО-МОНГОЛЬСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫМ
ТЕХНОЛОГИЯМ И УПРАВЛЕНИЮ**

*23 – 30 июня 2015 года
Иркутск (Россия) – Ханх (Монголия)*

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Иркутск – 2015

Научное издание

Тезисы докладов III Российско-монгольской конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению (Иркутск (Россия) – Ханх (Монголия), 23 – 30 июня 2015 г.). – Иркутск: Научно-организационный отдел ИДСТУ СО РАН, 2015. – 83 с.

Сборник содержит тезисы докладов, представленных на III Российско-монгольской конференции молодых ученых по математическому моделированию, вычислительно-информационным технологиям и управлению. Рассмотрены современное состояние и основные направления, связанные с методами и средствами решения задач в параллельных и распределенных вычислительных средах, развитием методов исследования задач динамики, управления и устойчивости, моделированием медико-социальных и эколого-экономических систем, вопросами решения невыпуклых экстремальных задач, применением ГИС- и ВЕБ-технологий в научных исследованиях.

Для научных работников, аспирантов и студентов, занимающихся исследованиями в области вычислительной и прикладной математики, информатики.

GAP FUNCTIONS FOR VARIATIONAL INEQUALITIES BASED ON CONJUGATE DUALITY

L. Altangerel

German Mongolian Institute for Resources and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia
altangerel@gmit.edu.mn

By using conjugate dual problems in convex optimization, some new gap functions for variational inequalities have been investigated in [1], and extended to equilibrium problems [2], vector variational inequalities and vector equilibrium problems [3-5].

In this talk we aim to review recent developments (see, for instance [6-7]) on the duality approach to gap functions for variational inequalities.

1. Altangerel L., Bot R.I., Wanka G. On the construction of gap functions for variational inequalities via conjugate duality // Asia-Pacific Journal of Operational Research. 2007. Vol. 24, № 3. P. 353-371.
2. Altangerel L., Bot R.I., Wanka G. On gap functions for equilibrium problems via Fenchel duality // Pacific Journal of Optimization. 2006. Vol. 2 (3). P. 667-678.
3. Altangerel L., Bot R.I., Wanka G. Conjugate duality in vector optimization and some applications to the vector variational inequality // Journal of Mathematical Analysis and Applications. 2007. Vol. 329 (2). P. 1010-1035.
4. Altangerel L., Bot R.I., Wanka G. Variational principles for vector equilibrium problems related to conjugate duality // Journal of Nonlinear and Convex Analysis. 2007. Vol. 8, № 2. P. 179-196.
5. Altangerel L., Wanka G. Gap functions for vector equilibrium problems via conjugate duality // Proc. of the Second Intern. Conf. on Optimization and Optimal Control in Ulaanbaatar (Mongolia), 17-20 July 2007. 2010. P. 185-199.
6. Bot R. I., Capătă A. E. Existence results and gap functions for the generalized equilibrium problem with composed functions // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. 2010. Vol. 72 (1). P. 316-324.
7. Cioban L., Csetnek E.R. Revisiting the construction of gap functions for variational inequalities and equilibrium problems via conjugate duality // Central European Journal of Mathematics. 2013. Vol. 11 (5). P. 829-850.

WEAK SHARP MINIMA IN OPTIMIZATION PROBLEMS AND VARIATIONAL INEQUALITIES

L. Altangerel

German Mongolian Institute for Resources and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia

altangerel@gmit.edu.mn

In association with the convergence analysis of algorithms in optimization Cromme [4] and Polyak [7] first introduced the notion of sharp or strongly unique local minima in the late 1970's. In the case where the solution set is not necessarily a singleton, the notion of a strongly unique solution to optimization problems was extended by Burke and Ferris [3] in finite-dimensional Euclidean spaces. In association with [5,6] the notion of weak sharpness was extended to the solution set of variational inequalities. For recent development of error bounds and weak sharpness in optimization problems we refer to [2,8].

This talk deals with applications of convex analysis and gap function techniques (see [1]) to the investigation of weak sharp minima in optimization problems and variational inequalities.

1. Altangerel L., Bot R.I., Wanka G. On the construction of gap functions for variational inequalities via conjugate duality // Asia-Pacific Journal of Operational Research. 2007. Vol. 24, № 3. P. 353-371.
2. Bot R.I., Csetnek E.R. Error bound results for inequality systems via conjugate duality. 2012. Top 20, № 2. P. 296-309.
3. Burke J.V., Ferris M. C. Weak sharp minima in mathematical programming // SIAM J. Control Optim. 1993. Vol. 31. P. 1340–1359.
4. Cromme L. Strong uniqueness, a far-reaching criterion for the convergence analysis of iterative procedures // Numer. Math. 1978. Vol. 29. P. 179–193.
5. Marcotte P., Zhu D.L. Weak sharp solutions of variational inequalities // SIAM J. Optim. 1998. Vol. 9. P. 179–189.
6. Patriksson M. A unified framework of descent algorithms for nonlinear programs and variational inequalities // Ph.D. thesis, Department of Mathematics, Linköping Institute of Technology, Linköping, Sweden, 1993.
7. Polyak B. T. Sharp Minima // Institute of Control Sciences Lecture Notes, USSR, Moscow, Russia, 1979, Presented at the IIASA Workshop on Generalized Lagrangians and Their Applications, IIASA, Laxenburg, Austria, 1979.
8. Zhou J., Wang C. New characterizations of weak sharp minima // Optimization Letters. 2012. Vol. 6, № 8. P. 1773-1785.

E-TESTING PROGRAM: EXPERIMENTAL RESULTS AND PROSPECTIVES

G. Erdenechimeg
E- Open Institute, Mongolian University
of Science and Technology
chmg9192@gmail.com

Summary. The report is aimed to raise the ungratified collaboration of teachers and programmers on preparation of adequate testing materials and the issues face to assess the students' knowledge through the program and its' current circumstances. The methodological survey with necessary tools was done to improve the testing program and to introduce the results of it. The training was organized, the progress test was given and the summary was done using the open source.

Key words: online testing program, open source software.

PREFACE

Some, not little, time passed since the start of using one of the important necessities of the Education system, the online testing program. The State and the larger universities use the online testing program for their students to organize the progress and the final tests. University of Science and Information Technology, Mongolian State National University, University of Economy and Finance, University of Health Sciences and the Agricultural University have been using the online testing program since 2005 and they consider that assessing students' knowledge through this program is scientifically based on the educational methods and is one of the vitals of Education sector.

By the way, many will be agree to the view that this testing form is the one with many negative consequences and teachers' critics. The reasons are that the program gives students chance to guess, cheat and for teachers it's low opportunity to assess the real knowledge. Therefore, to develop the program, it's necessary to summarize on certain data and researches.

E- Open School has done the analysis on the results of testing experiment using the software to organize the training and on the development of the seasonal tests.

There were some complicacies during the organization of this training, because of the only dependence on the system leader and low opportunity to develop the test, to analyze its' result, to control the program and to assess the students' knowledge in a reality. Here below is a list of deficiency of the current testing program. These are:

- 1 Deficiency of collaboration of Programmer and Teachers.
- 2 Limited or restricted opportunity to insert the additional testing data and tasks.
- 3 Deficiency of opportunity to control the answering manner of the students.
- 4 Impossible to compile a statistic for each task.
- 5 Limited or restricted opportunity to make reduplication by grouping the test tasks.

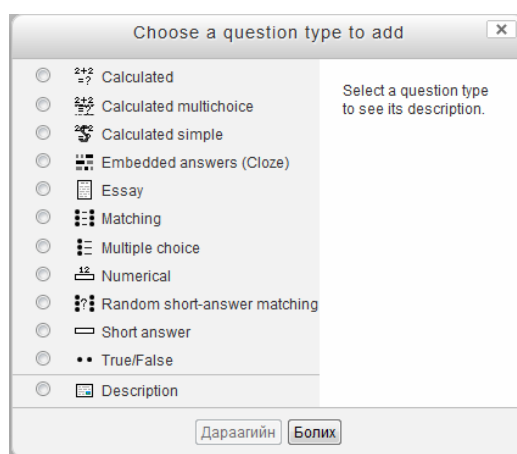
MANNER OF EXPIRIMENT USING SOME OPPORTUNITIES FROM THE TESTING PROGRAM

The teachers of E- School of the University of Science and Information Technology Mongolia have done the experiment for 3 semesters to develop the progress and seasonal tests and to assess the students' knowledge using the open source software. In the experiment 1046

students, who selected the subject Computer Usage-1 /CS101/ in the spring season of 2012-2013 academic year and 2270 students, who selected the subject Computer Usage-2 /CS102/ in the autumn season of 2013-2014 and totally 3361 students were participated online. Their training had to be organized for 2 terms period they had to take altogether 3 progress exams scored 30 scores in a final year. But students had the training for only 1 term and statistics were analyzed.

1 Process of developing test

The testing tasks with necessary opportunities were created, tested and the assessing students' knowledge was progressed. The test tasks were created below forms in the experiment.



Pic. 1

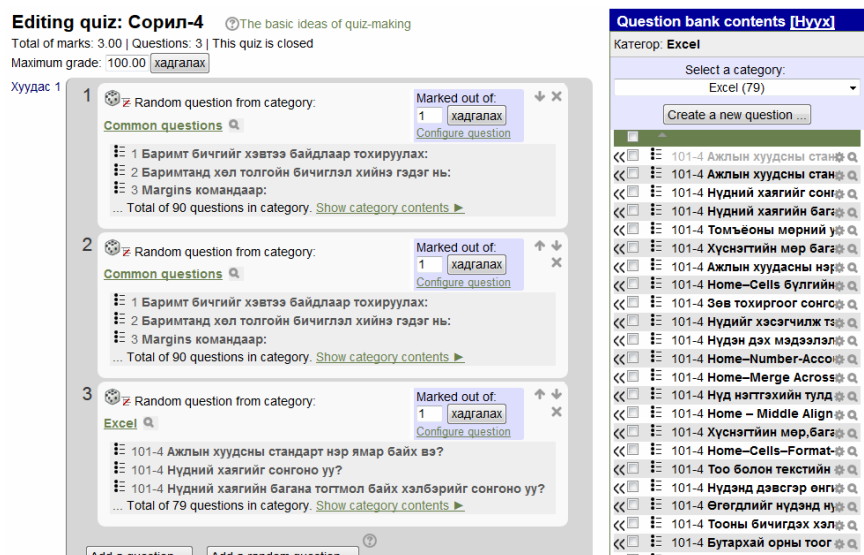
Бүлэг	Overrides		Үйлдэл
Алтанцэцэг	Шалгалт нээсэн	Monday, 23 December 2013, 1:00 PM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Monday, 23 December 2013, 6:00 PM	
Болор	Шалгалт нээсэн	Wednesday, 18 December 2013, 10:00 AM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Wednesday, 18 December 2013, 6:00 PM	
Ганбаатар	Шалгалт нээсэн	Tuesday, 17 December 2013, 4:00 PM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Tuesday, 17 December 2013, 5:00 PM	
Ганбаатар-2	Шалгалт нээсэн	Tuesday, 17 December 2013, 4:00 PM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Tuesday, 17 December 2013, 5:00 PM	
Мөнхчимэг	Шалгалт нээсэн	Wednesday, 18 December 2013, 3:35 PM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Wednesday, 18 December 2013, 4:25 PM	
Өлзий-Орших	Шалгалт нээсэн	Friday, 20 December 2013, 9:00 AM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Friday, 20 December 2013, 7:00 PM	
Цогтбаяр	Шалгалт нээсэн	Sunday, 22 December 2013, 10:00 AM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Sunday, 22 December 2013, 4:00 PM	
Энхбаатар	Шалгалт нээсэн	Thursday, 26 December 2013, 9:00 AM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Thursday, 26 December 2013, 3:00 PM	
Эрдэнэчимэг	Шалгалт нээсэн	Wednesday, 25 December 2013, 10:00 AM	⚙️ 🗑️ ✕
	Шалгалт хаасан	Wednesday, 25 December 2013, 5:00 PM	

Pic. 2

2 The opportunities of developing the test

The below opportunities of Open source software testing were used to summarize the experiment results:

- The teachers were able to adjust the testing date, test tasks' quantity and the test lasting period.



Pic. 3

	Нэр / Овог нэр	Цаг авах	Дүн/100.00	Q. 1	Q. 2	Q. 3	Q. 4	Q. 5	Q. 6	Q. 7	Q. 8	Q. 9	Q. 10	Q. 11	Q. 12
	nomin-erdene CHIMGEE35 Review attempt	36 минут 36 secs	49.17	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67
	enkhbayasgalan CHIMGEE35 Review attempt	34 минут 4 secs	38.33	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00
	bayanbold CHIMGEE35 Review attempt	38 минут 1 сек	56.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00
	enkhguldur CHIMGEE35 Review attempt	40 минут 57 secs	56.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67
	ankhbayar CHIMGEE35 Review attempt	43 минут 41 secs	57.50	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00
	bayarjargal CHIMGEE35 Review attempt	40 минут 48 secs	59.17	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00
	mergenbayar CHIMGEE35 Review attempt	40 минут 7 secs	39.17	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00
	namuunaa CHIMGEE17 Review attempt	33 минут 17 secs	47.50	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00
	davaasambuу CHIMGEE35 Review attempt	42 минут 44 secs	56.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✗ 0.00	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67	✓ 1.67	✓ 1.67	✗ 0.00	✓ 1.67

Pic. 4

- The question database is available to be created for each unit of the subject. For example: Totally 5 units were taught and question database for the each unit was created during the experiment.

- 10 Teachers altogether inserted and placed similar lectures and its' quizzes in the system and each of them organized the exam page was able to be accessed at the appropriate time for both teachers and students from the university and from the externals.
- The test was available to be opened by a group or by each student.
- The tasks of the test were able to be mixed by groups. More than 500 questions were created in the test database and the 60 questioned tests lasted for 45 minutes and 100 questioned tests lasted for an hour. The selection of the question is organized accidentally. For example: Selecting 20 questions from unit 1, plus 30 questions from unit 2 and like this way 60 questions would be selected accidentally.

3 Analysis on the test result

Students' test performance data are available to be done in several selection and they are available to be controlled. So that, the test tasks or questions are available to be improved, developed and corrected.

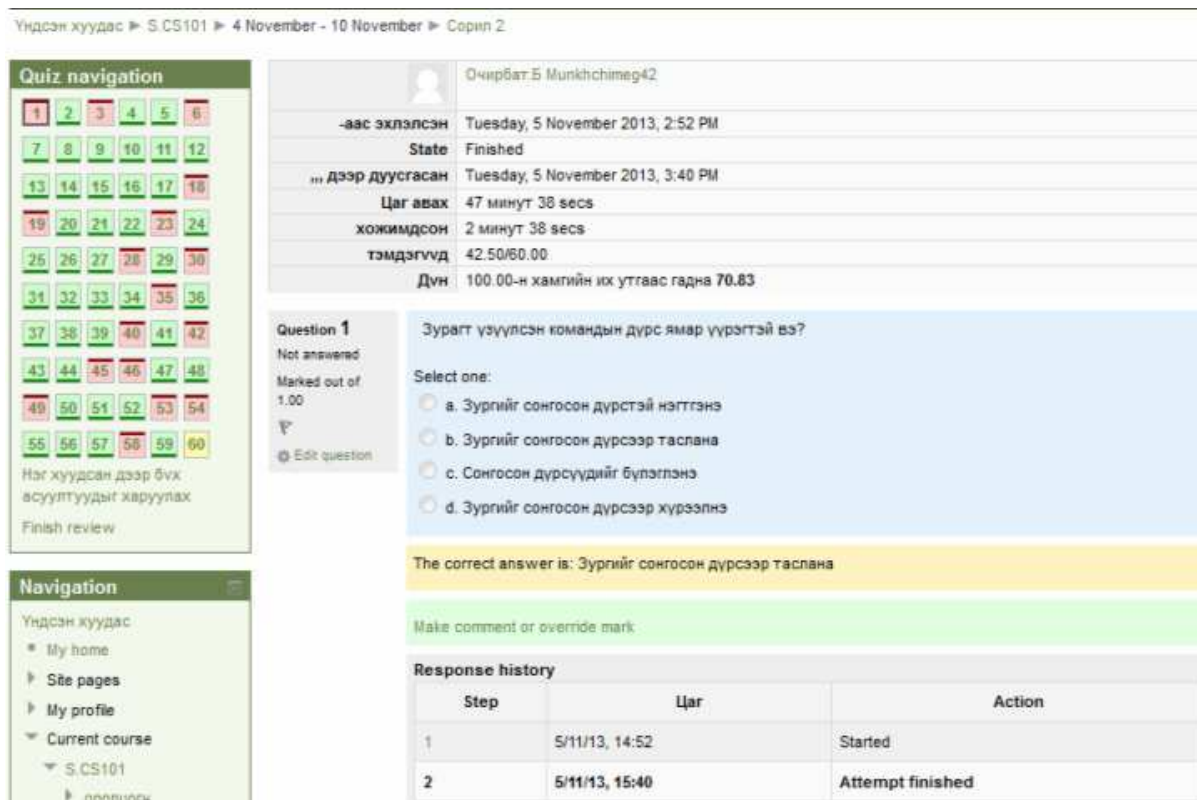
Analyzing on the test statistics and data has following advantages:

- Getting the necessary data to correct the test questions or tasks, to improve and develop it using the explicit language for examinees.

Download table data as Comma separated values text file Download										
Q#	Асуултын нэр	Attempts	Facility index	Standard deviation	Random guess score	Intended weight	Effective weight	Discrimination index	Discriminative efficiency	
1	Random (True False)	129	63.57%	48.31%		1.67%	1.59%	14.99%	19.36%	
2	Random (True False)	129	55.81%	49.85%		1.67%	0.56%	-4.41%	-5.51%	
3	Random (True False)	129	57.36%	49.65%		1.67%	1.38%	8.95%	11.28%	
4	Random (True False)	129	56.59%	49.76%		1.67%	1.47%	11.09%	13.90%	
5	Random (True False)	129	53.49%	50.07%		1.67%	1.31%	7.05%	8.77%	
22		48	35.42%	48.33%	50.00%	1.67%		15.63%	19.44%	
23		51	70.59%	46.02%	50.00%	1.67%		3.93%	5.65%	
27		55	25.45%	43.96%	50.00%	1.67%		3.25%	4.28%	
33		48	60.42%	49.42%	50.00%	1.67%		13.12%	16.13%	
34		50	32.00%	47.12%	50.00%	1.67%		35.28%	44.37%	
41		56	39.29%	49.28%	50.00%	1.67%		-2.56%	-3.33%	

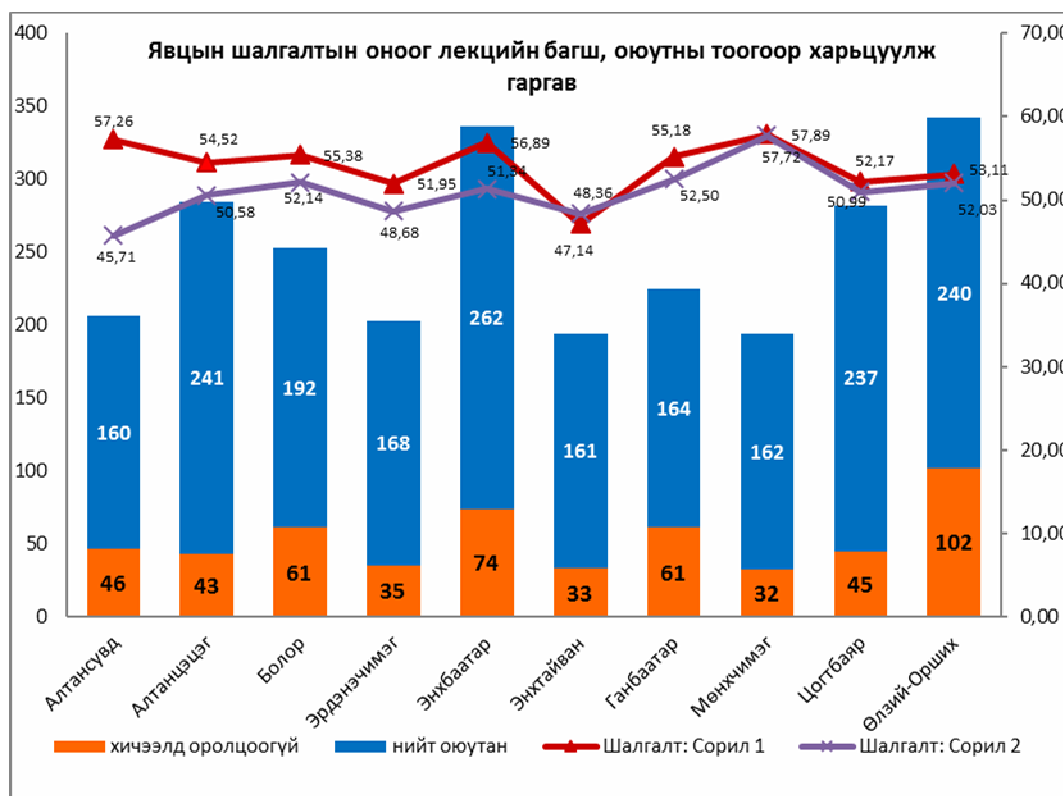
Pic. 5

- The testing process is available to be controlled by each student's answering process. This gives opportunities to analyze and assess the student without depending on the system administrator.

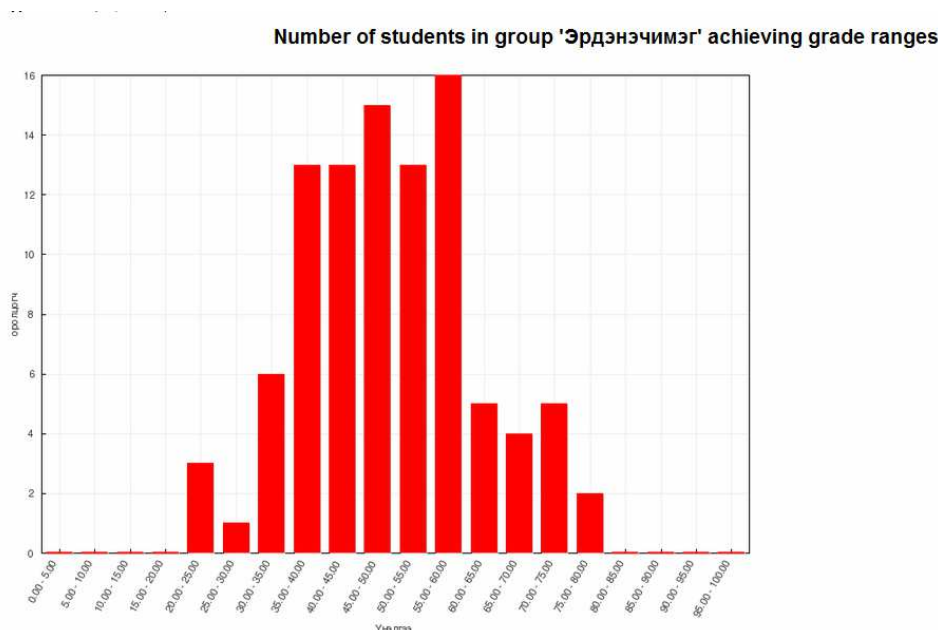


Pic. 6

- The necessary data is available to get the decision to improve and compare the assessment statistics of whole students and each teacher.



Pic. 7



Pic. 8

CONCLUSION

The need and necessity of Education quality assessment are the most important issue without depending on any social system and its' level of development. Grading and assessing learners' knowledge unerring and truly becomes one of the challenges of not only Educational Sector but also the all other sectors. Assessing knowledge truly makes learners get qualified education. Learners get qualified knowledge, the country's development get an improvement.

The experiment we have done shows the result that there is an opportunity to reflect the decision-making level by getting the data to improve the education quality from the system control the training.

The education sector specialists criticize that current knowledge assessing test form can't be the real true assessment and it means we need to develop high-qualified, widely-available testing program and conduct it through the training.

Furthermore, we are planning to research on focusing the various forms of testing that assess truly on the online testing software and what forms of testing statistic make the test to be improved. All these research work would be the foundation of creating online testing standard and its' beginning.

1. Davaa J., Erdenechimeg Sh., Urantsetseg L., Sarantuya G., Tsogzolmaa D. Training technology of institutes. 2007. The Section 6.
2. Open source software statistics, data Moodle CMS.

USE OF SPHERICAL SETS FOR NONCONVEX OPTIMIZATION

Idier Tseveendorj
University of Versailles, Versailles, France
ider.tseveendorj@prism.uvsq.fr

Convexity is a central concept in nonlinear programming. Powerful results in the study of optimal solutions for convex optimization have been obtained in the second half of XX century. Almost all optimality conditions, algorithms for convex optimization are based somehow on simple facts, that of «linearization»:

- every closed convex set is the intersection of the «halfspaces» that contain it;
- convex function is the upper envelope of its «affine» supports;
- there exists a «hyperplane» that separates two nonempty and disjoint convex sets.

Solving optimization problems leads to separate the constraint set and the set of points better than a given candidate. In the convex optimization case, both sets are convex which makes the separation affordable.

However, such linearity alone cannot help much when one deals with nonconvex optimization problems and one needs more appropriate tools than linearization because both sets (or one them) can be nonconvex.

In this presentation we would like to discuss the ways of use spherical sets for the separation in nonconvex optimization instead of hyperplanes in convex optimization.

THE FRACTIONAL DISCRETE MODEL WITH ONE DIMENSION

B. Uuganbayar¹, D. Oyunbileg²

¹Mongolian University of Science and Technology

²Mongolian National University

The paper exhibits a complete analysis of a fractional discrete model, which illustrates the growth of an animal family without any categorization, using Matlab software.

Fractional discrete model could be expressed as

$$\bar{x}(t+1) = \frac{\mu \bar{x}(t)}{1 + (d \bar{x}(t))^\alpha}. \quad (1)$$

Here, the parameter $d > 0$ aggregates the ecological necessities of a member of the biological family, say, allotted field, grass, feed etc.

To simplify the model substitute $x(t) = d \bar{x}(t)$. It becomes

$$x(t+1) = \frac{\mu x(t)}{1 + x^\alpha(t)}. \quad (2)$$

Here, $\mu > 0$, $\alpha > 0$.

Equilibrium points of equation (2) could be found as follows: $x_1 = 0$, $x_2 = (\mu - 1)^{\frac{1}{\alpha}}$. Bifurcation parameter μ expresses the growth coefficient.

Since our model is one-dimensional, we need to find the region of parameters' values where the absolute values at the system's equilibrium points are less than one.

In result, we found the following equation:

$$f'(x) = \frac{\mu(1 + (1 - \alpha)x^\alpha)}{(1 + x^\alpha)^2} \text{ and from this,}$$

$$f'(x_1) = f'(0) = \mu;$$

$$f'(x_2) = f'((\mu - 1)^{\frac{1}{\alpha}}) = \frac{\mu - \alpha\mu + \alpha}{\mu}.$$

Consider the function $F(x) = \frac{\mu x}{1 + x^\alpha}$. For $0 < \alpha \leq 1$, it is drastically increasing and concave from the up-side, since

$$(a) \text{ if } 0 < \alpha < 1, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = \infty$$

$$(b) \text{ if } \alpha = 1, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = \mu$$

If $\alpha > 1$, $F(x)$ increases drastically and concave in the interval $\left[0, \left(\frac{1}{\alpha - 1}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\right]$ and de-

creases on $\left[\left(\frac{1}{\alpha - 1}\right)^{\frac{1}{\alpha}}, \infty\right)$. As a result, $\lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 0$.

In the case $\alpha > 2$ and $0 < \mu < 1$, the equilibrium point $x_1 = 0$ is stable.

For $\left|\frac{\mu - \alpha\mu + \alpha}{\mu}\right| < 1$ and $1 < \mu < \frac{\alpha}{\alpha - 2}$, equilibrium point at $x_2 = (\mu - 1)^{\frac{1}{\alpha}}$ is constantly stable.

For $\alpha > 2$, the stabilization of equilibrium point is distort at the specific values of exogenous parameter of μ . Hence, gradually condition of bifurcation, stable cycle, or chaos may occur.

Therefore, we need to find the parameter's value corresponding to bifurcation, stable cycle, and chaos.

Choose $\alpha = 3$, and analyze the function. The analysis gives the same results for any $\alpha > 2$.

For $1 < \mu < 3$, equilibrium point $x_2 = (\mu - 1)^{\frac{1}{\alpha}}$ will be stable. In the other words, equilibrium point's stabilization starts to distort at the value of $\mu_0 = 3$. Furthermore, bifurcation, stable cycles $2, 2^2, 2^3, \dots$ would start.

$\mu_0 = 3$ is the first value that provides condition of $F(x_1(\mu)) = x_2(\mu)$, $F(x_2(\mu)) = x_1(\mu)$ which has 2 length and stable, of bifurcation parameters that generate $(x_1(\mu); x_2(\mu))$ cycle.

This cycle is stable within the interval where $\mu_0 < \mu < \mu_1$, but stabilization would be distorted furthermore, the stable cycle which has 4 length would be generated when $\mu = \mu_1$. μ_n denotes bifurcation parameter that would distort cycle stabilization which has length of 2^n , would generate stable cycle which has length of 2^{n+1} .

$$d = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\mu_n - \mu_{n-1}}{\mu_{n+1} - \mu_n} = 4.669162... \quad (3)$$

Equation would be provided. This number, $d = 4.669162$, is called Feigenbaum constant [2,3]. As we know this constant and μ_1 , we could find what is called feigenbaumis point:

$$\mu_{\infty} = \lim_{n \rightarrow \infty} \mu_n \quad (4)$$

This point is the end of bifurcation. In the other words, when parameter is $\mu > \mu_{\infty}$, the chaotic state would be generated instead of bifurcation [1].

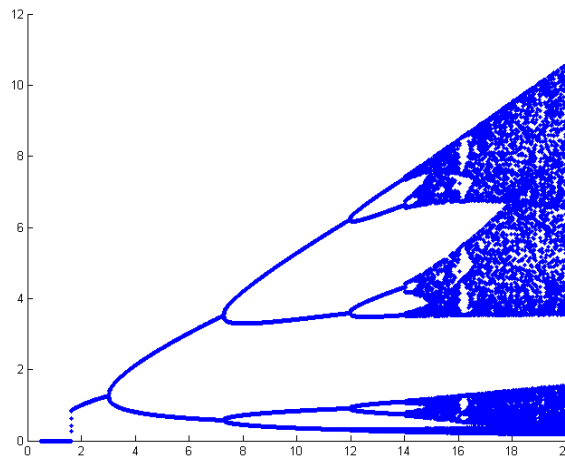


Fig. 1

However, this method has certain approximation error; there are more accuracy methodology [1]. For $\alpha = 3$, the attractors are shown below. The figure is plotted with Matlab.

Consider figure 1. Obviously, μ_∞ should exist in the interval (14;16). If $\alpha > 2$ it becomes $\mu_0(\alpha) = \frac{\alpha}{\alpha-2}$. From this fraction $\mu_0(\alpha) = \frac{\alpha}{\alpha-2}$, it will be provided $\lim_{\alpha \rightarrow 2} \mu_0(\alpha) = \infty$. Therefore, when α is close to 2, we can see that the phase of this equation attractor, $x(t+1) = \frac{\mu \cdot x(t)}{1 + x^\alpha(t)}$, would have unique stable point even if the values of μ are infinite.

If $\mu_1(\alpha)$ is close to 1, approximately, $\mu_\infty(\alpha) \approx 1$. In this case, phase would be entirely chaotic and consist of narrow windows of any length cycles.

1. Арнольд В.И., Шапиро А.П. Бифуркации дискретных динамических систем. Препринт. Владивосток: ИАПУ ДВНЦ, 1977.
2. Хэссард и др. Теория и приложения бифуркации рождения цикла. М.: Мир, 1985. 283 с.
3. David Assaf, IV, & Steve Gadbois, Definition of Chaos, American Mathematical Monthly. 1992. Vol. 99, № 9. 865 p.

ФОРМАЛИЗМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НАБОРА ЗНАНИЙ ОБ ОБЪЕКТАХ В ЛОГИКО-СИНТАКСИЧЕСКОМ МЕТОДЕ РАСПОЗНАВАНИЯ¹

Ю.В. Авраменко

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
avramenko@icc.ru

В работе рассматривается формализм представления набора знаний об объектах в логико-синтаксическом методе распознавания. Для начала следует отметить важность применения широкого набора знаний об объектах в методах распознавания. Большинство существующих методов распознавания, как правило, используют ограниченный набор знаний. На практике часто возникают случаи, когда ограниченного набора знаний не достаточно, чтобы различать объекты разных классов. Из-за присутствия шума на изображении, наличия размытых, освещенных или затененных участков изображения в рамках используемых знаний представление различных объектов может совпадать. Использование ограниченного набора знаний обусловлено отсутствием формализма для их представления и эффективного механизма их использования. В ИДСТУ СО РАН разработан формализм представления знаний об объектах, позволяющий расширять существующий набор знаний. Разработанный формализм применяется в логико-синтаксическом методе распознавания объектов на растровых изображениях. Формализм представления знаний реализован в виде правил языка Пролог. Факты, извлекаемые из изображения об объектах, получают с помощью специальных предикатов. Например, для нахождения сегмента контура объекта используется предикат *line*, соответствие текстуры объекта определяется предикатом *texture*. Включение в формализм новых знаний осуществляется добавлением новых предикатов. Процедура распознавания объектов производится как логический вывод с максимальным значением функции энергии выше определенного порога. Функция энергии формируется в соответствии со знаниями. Планируется дальнейшее развитие метода путем расширения набора специальных предикатов.

1. Fedorov R., Shigarov A., Ruzhnikov G. Algorithm A* in logical–structure recognition of objects // Pattern Recognition and Image Analysis. 2013. Vol. 23, № 4. P. 435–439.
2. Harris C., Stephens M. A Combined Corner and Edge Detector // Proc. of the Fourth Alvey Vision Conf. (Manchester, UK). 1988. P. 147–151.
3. Ojala T., Pietikäinen M. A comparative study of texture measures with classification based on featured distributions // Pattern Recognition. 1996. Vol. 29, № 1. P. 51-59.
4. SVMlight Support Vector Machine. URL: <http://svmlight.joachims.org>.

¹ Работа поддержана РФФИ 13-07-12080 (офи_м), программой Президиума РАН «Фундаментальные проблемы математического моделирования».

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ GPU-РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СОПРЯЖЕННЫХ ГРАДИЕНТОВ ФЛЕТЧЕРА-РИВСА ДЛЯ ЗАДАЧИ PAGERANK²

А.Н. Андрианов¹, А.С. Аникин², А.Ю. Горнов²

¹Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Москва, Россия

²Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

and@i5.kiam.ru, htower@icc.ru, gornov@icc.ru

В работе рассматривается задача нахождения PageRank-вектора

$$\begin{aligned} P^T x &= x, \\ P &\in R^{n \times n}, x \in R^n, \\ \langle x, e \rangle &= 1, e = (1, \dots, 1)^T, \end{aligned}$$

где P – стохастическая матрица, задающая исходный граф.

Исходную задачу можно свести к задаче выпуклой оптимизации различными способами [1, 2]. Основной рассматриваемой постановкой в работе является следующая задача безусловной оптимизации:

$$f(x) = \frac{1}{2} \|Ax\|_2^2 + \frac{\gamma}{2} (\langle x, e \rangle - 1)^2,$$

где $A = P^T - I$,

I – единичная матрица,

γ – параметр штрафа за нарушение ограничения.

В работе предлагается параллельная GPU-реализация метода сопряженных градиентов в варианте Флетчер-Ривс, выполненная на языке C++ с использованием технологии Nvidia CUDA. Для выполнения операций с разреженной матрицей A используется библиотека cuSparse, являющаяся частью стандартной поставки Nvidia CUDA Toolkit. Все вычисления на центральном и графическом (GPU) процессорах производятся с двойной точностью (double).

Работоспособность предлагаемой реализации проверена на коллекции тестовых задач [3] поиска PageRank вектора с размерностями до 10^6 переменных с использованием компиляторов gcc-4.8.4, icc-15.0.2, nvcc-7.0 на вычислительных системах с центральными процессорами Intel Core i7-2640M, Intel Core i5-2500K и графическим ускорителем Nvidia GeForce GTX 580. Проведенные вычислительные эксперименты показали значительное (до 20 раз) ускорение расчетов при сохранении требуемой точности решения.

1. Nesterov Y. Subgradient methods for huge-scale optimization problems // Mathematical Programming. 2014. Vol. 146, № 2. P. 275–297.
2. Гасников А.В., Двуреченский П.Е., Нестеров Ю.Е. Стохастические градиентные методы с неточным оракулом // Автоматика и телемеханика. 2015 (в печати).
3. Stanford Large Network Dataset Collection, Web graphs. URL: snap.stanford.edu/data/#web.

² Работа частично поддержана грантами РФФИ № 13-01-00470 и № 15_07_03827.

ЧИСЛЕННАЯ АППРОКСИМАЦИЯ
НЕОДНОСВЯЗНОГО МНОЖЕСТВА ДОСТИЖИМОСТИ
НЕЛИНЕЙНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ

Д.В. Апанович

Институт математики, экономики и информатики ИГУ, Иркутск, Россия

dvapan@gmail.com

В.А. Воронов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

v-vor@yandex.ru

Рассматривается импульсная управляемая система

$$\begin{aligned}\dot{x} &= f(t, x) + G(t, x)u, \\ x(0) &= x_0, \\ u &\in K \text{ почти всюду на } [0, T], \\ \int_0^T \|v(t)\| dt &\leq M.\end{aligned}\tag{1}$$

Здесь K – выпуклый замкнутый конус, M – положительное число; вектор-функция f и матричная функция G непрерывны по совокупности переменных и удовлетворяют условию не более чем линейного роста по x .

Требуется построить множество достижимости системы (1) в момент времени $t = T$.

После разрывной замены времени система (1) сводится к следующей вспомогательной системе с симплициальными ограничениями на управление:

$$\begin{aligned}t'(\tau) &= \omega_0, \quad t(0) = 0, \quad t(\tau_1) = T; \\ x'(\tau) &= f(t(\tau), x(\tau))\omega_0(\tau) + G(t(\tau), x(\tau))\omega(\tau), \quad x(0) = x_0; \\ \omega_i &\geq 0, \quad i = 0, 1, \dots, m; \\ \sum_{i=0}^m \omega_i(\tau) &\equiv 1, \quad 0 \leq \tau \leq \tau_1.\end{aligned}\tag{2}$$

Очевидно, что для нелинейной системы (1) и, как следствие, для системы (2) множество достижимости может быть невыпуклым и неодносвязным. В докладе представлен алгоритм построения численной аппроксимации множества достижимости, основанный на рассмотрении конечного множества «импульсных» управлений и их выпуклых комбинаций [1]. В отдельных тестовых примерах, включая некоторые случаи неодносвязности, алгоритм позволяет строить аппроксимацию множества достижимости со сколь угодно высокой точностью.

1. Аникин А.С., Самсонок О.Н. Численное построение множеств достижимости импульсных управляемых систем // Тез. докл. III Междунар. школы-семинара «Нелинейный анализ и экстремальные задачи», 25 июня – 1 июля 2012 г. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2012. С. 9.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНОГО СОСТАВА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА ОСНОВЕ СПЕКТРА РЕАКЦИИ ГРУНТА

А.А. Бауэр

Сибирский федеральный университет,
Политехнический институт, Красноярск, Россия
andreyka.bauer@mail.ru

В работе рассматривается представление сейсмического воздействия в виде спектра реакции ускорения грунтового массива. Данная концепция – одна из наиболее важных, полезных и широко используемых концепций в теории и практике расчетов сооружений на сейсмостойкость. Спектр ответа (реакции) – совокупность абсолютных значений максимальных ответных ускорений линейного осциллятора при заданном акселерограммой воздействии с учетом собственной частоты и параметра демпфирования осциллятора.

В российских же нормах для оценки сейсмических воздействий не используется спектр реакции, а используется такой параметр, как спектральный коэффициент динамичности. Кривые коэффициента динамичности в российских нормах строятся как функции периода свободных колебаний осциллятора [1, 2].

Данный коэффициент является параметром, определяющим сейсмическое воздействие. Использование этого коэффициента делает невозможным генерирование совместимых заданными коэффициентом динамичности параметрами расчетных акселерограмм [3].

В связи с этим возникает необходимость уточнения коэффициента динамичности с применением более современных средств расчета. Использование программных комплексов приведет к более точному расчету спектров реакции, с последующим расчетом и построением коэффициентов динамичности.

В работе производится моделирование спектров реакции для двух модельных грунтовых массивов. В основании одного массива грунтовой толщи находится скальный грунт первой категории, а в основании другого – нескальный грунт второй категории. В работе рассматриваются реакции массивов на сейсмическое воздействие с построением спектров реакции и определением пиковых частот массивов, которые учитываются при уточнении коэффициента динамичности. Анализируются общие закономерности в полученных спектрах реакции.

1. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*. Введ. 20.05.2011. М.: Стандартинформ, 2011. 44 с.
2. РСН 60-86 Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Технические требования к производству работ. М.: Стройизыскания, 1986. 19 с.
3. Бирбраев А.Н. Анализ нормативных спектров отклика на основе записей реальных землетрясений // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2007. № 4. С. 30-35.

СЕРВИСЫ ОЧИСТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА³

П.В. Белых, В.В. Парамонов, Р.К. Федоров

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
{polina, slv, fedorov}@icc.ru

Научным сообществом накоплен большой объем различных тематических данных. Их интеграция обеспечивает проведение новых исследований под различными углами зрения на более «качественном» материале, что позволит исследовать взаимосвязи и закономерности в новом разрезе. Для эффективного объединения данных были реализованы сервисы, обеспечивающие возможность генерализации пользовательской информации, в частности, сбор, загрузку и приведение информации к единообразному виду [1].

Как правило, информация, содержащаяся в различных источниках, является разнородной как по формату представления, так и по атрибутивному составу, а также содержит загрязненные данные (дубликаты, пропуски, опечатки). При интеграции таких данных возникает задача сопоставления и идентификации информационного объекта, сведения о котором хранятся в различных источниках, с одновременной очисткой и нормализацией.

Задачу согласования наименований можно свести к задаче сопоставления двух строк. Для ее решения существуют различные методы, например, методы нечеткого поиска, алгоритмы, основанные на применении регулярных выражений, фонетические алгоритмы. Наиболее часто применяемой метрикой нечеткого сравнения двух строк является расстояние Левенштейна. Расстояние Левенштейна означает минимальное количество правок одной строки (удаление символа, его изменение и/или вставка), чтобы превратить ее в другую. Метрика позволяет оценить степень схожести строк. Нечеткое сравнение эффективно для нахождения опечаток, но не ошибок, связанных с произношением. Фонетические алгоритмы сравнивают слова на основе сходства их произношения. Каждое слово представляется некоторым кодом, составленным по определенным правилам. Если коды совпадают, то слова считаются фонетически похожими [2].

В предлагаемом сервисе при сопоставлении двух строк используются нормализованные значения данных. В случае, если оценка метода нечеткого сравнения будет удовлетворительна (критерий удовлетворительности задается пользователем), то следующим этапом проверки будет использование фонетических алгоритмов. Это приводит к эффективному определению неточностей как орфографического плана, так и фонетического. Последовательное использование методов нечеткого сравнения строк и фонетических алгоритмов для очистки данных позволяет существенно повысить качество пользовательской информации перед интеграционным процессом.

1. Парамонов В.В., Федоров Р.К., Белых П.В. Нормализация табличных данных в соответствии со структурной спецификацией // Материалы IV Всерос. конф. «Математическое моделирование и вычислительно-информационные технологии в междисциплинарных научных исследованиях», Иркутск: РИО ИДСТУ СО РАН, 2014. С. 49.
2. Zahoransky D., Polasek I. Text Search of Surnames in Some Slavic and Other Morphologically Rich Languages Using Rule Based Phonetic Algorithms // Audio, Speech, and Language Processing, IEEE/ACM Trans on (T-ASL). IEEE. 2015. P. 553-563.

³ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 15-37-20042).

ГИС ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ ГЕОПЛОЩАДОК

Е.В. Бодякин

Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск, Россия
bodyakinevgeniy@gmail.com

Представлена методика выполнения сейсмического микрорайонирования, используя геоинформационную систему (ГИС) на каждом шаге.

На первом этапе происходит сбор геологической, сейсмологической, геофизической и топографической информации. Каждому слою на основании инженерно-геологических изысканий и геофизических работ присваиваются физико-механические показатели (плотность, предельное сдвиговое напряжение и т.д.) и скорости распространения Р- и S-волн.

На втором шаге после визуализации и проверки введенной информации средствами ГИС происходит построение 3D модели геологической среды: создается сетка, каждая точка которой привязывается по высоте и координатам к данной площадке. На основании геологических данных по бурению каждой точке задается количество и мощность слоев.

Далее в каждой точке производится расчет сейсмической интенсивности, используя метод сейсмических жесткостей и компьютерное моделирование поведения грунта (программы SHAKE91 и SITEA3.1).

На последнем этапе на основе анализа результатов расчетных и инструментальных методов создаются карты сейсмического районирования. В процедуре построения карт используются различные методы выделения областей с одинаковой бальностью (кригинг, интерполяция сплайнами), которые предлагаются в ГИС.

1. Boore D.M. SMSIM – Fortran Programs for Simulating Ground Motions from Earthquakes: Version 2.0 – A Revision of OFR 96-80-A , U.S. Geological Survey Open-File Rep., 00-509, 2000. URL: <http://geopubs.wr.usgs.gov/open-file/of00-509/>.
2. Idriss I.M., Sun J.I. SHAKE91 – A computer program for conducting equivalent linear seismic response analysis of horizontally layered soils. CGM research report. UC Davis, 1992.
3. Заалишвили В.Б. Физические основы сейсмического микрорайонирования. М.: ОИФЗ РАН, 2000. 367 с.
4. РСН 60-86 «Инженерные изыскания для строительства. Сейсмическое микрорайонирование. Нормы производства работ».
5. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки. Екатеринбург: изд-во УГГТА52003, 2003. 332 с.
6. Аптикаев Ф.Ф. Инструментальная шкала сейсмической интенсивности. М.: Наука и образование, 2012. 176 с.

О ЛИНЕЙНЫХ НЕКЛАССИЧЕСКИХ ИНТЕГРО-АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЯХ И ИХ ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ⁴

М.Н. Ботороева

Педагогический институт ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»,
Иркутск, Россия
masha888888@mail.ru

В докладе рассмотрены системы интегральных уравнений вида

$$A(t)x(t) + \int_{t-c}^t K(t, \tau)x(\tau)d\tau = f(t), \quad 0 \leq s \leq t \leq T, \quad (1)$$

где $A(t)$, $K(t, \tau)$ – $(n \times n)$ -матрицы, $x(t)$, $f(t)$ – искомая и известная n -мерные вектор-функции, соответственно, c – положительная постоянная с условием

$$\det A(t) \equiv 0.$$

На предыстории заданы стартовые функции $x(t) = x^0(t), t \in [-c; 0]$.

Такие задачи принято называть неклассическими интегро-алгебраическими уравнениями [1] или интегро-алгебраическими уравнениями с двумя переменными пределами интегрирования.

Приведены достаточные условия существования единственного непрерывного решения [2].

Для численного решения выделенного в докладе класса задач предлагается строить многошаговые методы на основе экстраполяции и явного метода Адамса.

Автор благодарит Булатова М.В. за постановку задачи.

1. Апарцин А.С. Неклассические уравнения Вольтерра первого рода: теория и численные методы. Новосибирск: Наука, 1999. 193 с.
2. Булатов М.В., Мачхина М.Н. Об одном классе интегро-алгебраических уравнений с переменными пределами интегрирования // Журнал СВМО, 2010. Т. 12. № 2. С. 40-45.

⁴Работа поддержана грантами РФФИ № 14-01-31224мол_а, № 15-01-03228а.

БЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРО-АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ⁵

О.С. Будникова

Педагогический институт ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет»,
Иркутск, Россия
osbud@mail.ru

В докладе рассмотрены системы интегральных уравнений вида

$$A(t)x(t) + \int_0^t K(t, \tau)x(\tau)d\tau = f(t), \quad t \in [0,1], \quad (1)$$

где $A(t)$, $K(t, \tau)$ – $(n \times n)$ -матрицы, $x(t)$, $f(t)$ – искомая и известная n -мерные вектор-функции, соответственно, с условием

$$\det A(t) \equiv 0.$$

Такие задачи принято называть интегро-алгебраическими уравнениями.

Приведены достаточные условия существования единственного непрерывного решения [1].

Для численного решения выделенного в докладе класса задач предлагается строить интерполяционные блочные методы.

Автор благодарит Булатова М.В. за постановку задачи.

1. Чистяков В.Ф. О сингулярных системах обыкновенных дифференциальных уравнений и их интегральных аналогах // Функции Ляпунова и их применения. Новосибирск: Наука, 1987. С. 231-239.

⁵Работа поддержана грантами РФФИ № 14-01-31224мол_а, № 15-01-03228а.

ТЕХНОЛОГИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ В РАЗНОРОДНОЙ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ КЛАСТЕРНОЙ GRID

И.В. Бычков, Г.А. Опарин, А.Г. Феоктистов,
В.Г. Богданова, С.А. Горский, А.А. Пашинин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск
idstu@icc.ru

При организации распределенных вычислительных сред важной практически значимой проблемой является размещение в них проблемно-ориентированных программных комплексов и обеспечение удаленного высокоуровневого доступа пользователей-«предметников» к этим комплексам. В настоящее время решение данной проблемы осуществляется, как правило, на основе концепции Service-Oriented Science [1], базирующейся на автоматизации интеграции распределенных гетерогенных ресурсов в виртуальную исполнительную среду и прозрачного использования этой среды путем представления ресурсов в виде сервисов. Сервис-ориентированные среды обладают рядом свойств, существенно усложняющих процессы их организации, исследования и применения. В их числе организационно-функциональная разнородность и динамичность; разнообразие спектра решаемых задач; наличие различных категорий пользователей, преследующих свои субъективные цели эксплуатации тех или иных ресурсов; применение в узлах среды различных средств управления вычислениями. Анализ мировых тенденций [2] в области автоматизации решения прикладных задач в таких средах позволяет утверждать, что решение этих проблем непосредственно связано с интеллектуализацией сервис-ориентированного инструментария.

К настоящему времени разработан широкий спектр инструментов для построения сервис-ориентированных распределенных вычислительных сред [3]. Однако существует ряд важных задач, связанных с организацией распределенных и параллельных вычислений в таких средах, требующих проведения дополнительных исследований.

В докладе рассматриваются мультиагентные модели, методы, алгоритмы и инструментальные средства нового поколения, обеспечивающие эффективное управление комбинированными потоками заданий сверхмасштабируемых сервис-ориентированных программных комплексов и балансировкой нагрузки вычислительных ресурсов исполнительной среды. Эти разработки интегрируются в рамках единой технологии поддержки автоматизации процесса решения больших научных задач в современной кластерной Grid, вычислительные узлы которой (кластеры) могут иметь сложную гибридную структуру. В качестве примеров организации такой среды с помощью рассматриваемых в статье методов и средств приводится ряд научных сервисов для экспериментальной Grid ИДСТУ СО РАН [4]. Анализируются результаты эффективности их функционирования.

1. Foster I. Service-Oriented Science // Science. 2005. Vol. 308, № 5723. P. 814-817.
2. Бухановский А.В. Информационно-аналитический обзор по критической технологии «Технологии и программное обеспечение высокопроизводительных распределенных вычислительных систем: технологические тренды, приоритетные направления, перспективы развития, основные организации, оценка рынков, сопоставление российских и мировых результатов». СПб.: НИУ ИТМО, 2013. 31 с.
3. Buyya R., Vecchiola C., Selvi S.T. Mastering Cloud Computing. Burlington, Morgan Kaufmann, 2013. 469 p.
4. Bogdanova V.G., Bychkov I.V., Korsukov A.S., Oparin G.A., Feoktistov A.G. Multiagent Approach to Controlling Distributed Computing in a Cluster Grid System // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2014. Vol. 53, № 5. P. 713–722.

СОЗДАНИЕ И НАПОЛНЕНИЕ ИСТОЧНИКА ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОГО OLAP АНАЛИЗА

А.А. Ветров

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
e-mail: vetrov@icc.ru

Анализ данных является основополагающей частью стадии подготовки вариантов для процесса принятия решений. Это обуславливает широкое развитие информационных систем для проведения разнообразных анализов данных, а разработка систем подобного рода за наименьшее время является актуальной задачей. Одним из наиболее эффективных способов быстрого получения информации из накопленных данных является оперативная аналитическая обработка данных (OLAP).

Расширяя возможности такой обработки, предложена технология интегрированного OLAP [1], которая подразумевает возможность проведения оперативной аналитической обработки данных, собираемых в одном разрезе через единый интерфейс доступа пользователя, т.е. без необходимости создания отдельных многомерных кубов данных для каждого факта, если они обладают одинаковым набором измерений.

В ИДСТУ СО РАН реализована инструментальная система быстрой разработки информационных систем интегрированного OLAP анализа [2]. Данная система предназначена для хранения, выборки, анализа набора числовых показателей, которые могут быть собраны в различных разрезах и зависеть от различного числа характеристик. Однако создание источника данных, который может быть использован для быстрой разработки таких систем, отличается от классического подхода: необходимо сформировать специфическое хранилище данных. Естественно, что его можно создать напрямую при помощи языка структурированных запросов SQL, но тогда возникают проблемы с заполнением данных, связанные со ссылочной целостностью, что существенно увеличивает время создания готовой информационной системы.

Для решения задачи формирования такого специфического хранилища данных разработано инструментальное средство администратора хранилища данных «AdminMDAttr». Оно предназначено для работы с таблицами хранилища данных, в которых будет храниться служебная информация, необходимая для работы приложения интегрированного OLAP. Решаются следующие задачи: создание/удаление таблиц для хранения метаданных, формирование информации о предметной области информационной системы путем автоматизированного редактирования записей о задействованных таблицах, полях таблиц, связях между таблицами, измерениях, полях измерений, фактах, полях фактов, иерархии атрибутов, информации о подключении к источнику данных, названиях элементов пользовательского интерфейса и другой служебной информации для ее дальнейшего интерпретирования приложением интегрированного OLAP. Разрабатываемые средства представляют собой графический пользовательский интерфейс администратора хранилища данных, автоматизирующий рассматриваемые задачи.

1. Ветров А.А. Формирование спецификации приложения интегрированного OLAP анализа для хранилища данных // Тез. докл. IV Всерос. конф. «Математическое моделирование и вычислительные технологии в междисциплинарных научных исследованиях». Иркутск, 2014. С. 9.
2. Ветров А.А., Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е., Цогоо Б. Система анализа многомерных статистических данных социально-экономического положения Республики Монголия на основе технологии метаописаний // Материалы XI Всерос. конф. с участием иностранных ученых «Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011)». Кемерово: КемГУ, 2011. С. 298-304.

ОБРАБОТКА МОНГОЛЬСКОЙ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Г. Ганчимэг

Е-Орен Институт, Монгольский университет науки и технологии, Уланбатор, Монголия

Е-адрес: ganaa_mzb@yahoo.com

Краткое содержание. В этой исследовательской работе изучены и определены статистические параметры Монгольской текстовой информации исторических документов, рассчитаны комбинации отдельных букв, частота встречаемости отдельных слов, вычислена их вероятность и энтропия. С целью изучения возможности повышения эффективности информационной системы было разработано и использовано программное обеспечение для кодирования мультимедийной информации и информации источников кодами Хаффмана. Используемые в работе данные текстов исторических документов были переведены в электронную форму, сохранены в базе данных, обработаны специально разработанным собственным программным обеспечением и организованы в виде электронной экспозиции Монгольского государственного исторического музея. Также в ходе работы было отмечено, что энтропия отдельных букв, использующихся в текстах телевизионных новостей и газетных публикаций, на значение 0.22372-0.33002 бит/символ больше энтропии букв, встречающихся в текстах исторических документов.

Ключевые слова: монгольский текст, энтропия, кодирование Хаффманал, информационные параметры.

I. Количество информации

С ростом информации возникает необходимость передачи большого объема информации по каналу связи достоверно, без ошибок и избыточности в короткий промежуток времени. Ученые многих стран занимались проблемами повышения эффективности систем передачи данных, разработали и внедрили различные методы решения этой задачи, так что в результате их применения достигнута эффективность передачи данных $\eta = 0.5$ и выше [1]. Одним из способов повышения эффективности информационно-коммуникационных систем является сжатие информации. Главная цель сжатия информации – уменьшить избыточность при передаче и хранении, увеличить плотность информации. Сжатие информации всегда связано с кодированием. Теория информации определяет методы изучения задач уменьшения вероятности ошибок и повышения скорости передачи данных в результате кодирования [2].

II. Обработка данных монгольских текстов

В настоящее время интенсивного развития информационных технологий также интенсивно ведутся исследовательские работы по определению статистических и информационных параметров монгольских текстов с использованием компьютерного программного обеспечения. В отношении монгольских текстов ведутся исследования, использующие материалы теле- и радиовещания, газетных текстов, и рассчитаны вероятности встретить и энтропия для всех звуков, согласных после гласных, гласных после согласных, длинных гласных, парных гласных, отдельных букв и построены соответствующие гистограммы и диаграммы [5-14]. Для определения вышеуказанных параметров были использованы различные методы. Например, расчеты вручную, специально разработанные на языке Си, Визуал Бейсик в среде MS-DOS и Windows программное обеспечение, другие прикладные программы. В этой исследовательской работе были изучены и определены информационные статистические параметры данных текстов монгольских исторических документов, рассчитаны частота появления,

вероятность и энтропия различных комбинаций отдельных букв, отдельных слов. С целью изучения возможности повышения эффективности информационной системы было разработано и использовано программное обеспечение для кодирования мультимедийной информации и информации источников кодами Хаффмана. Функциональная последовательность работы этого программного обеспечения показана на рис. 1 и 2. Алгоритм кодирования Хаффмана был разработан в 1952 году ученым David Huffman. Это метод неравномерного кодирования основан на принципе присвоения коротких кодов символам с большей вероятностью, длинных кодов – символам с меньшей вероятностью [15].

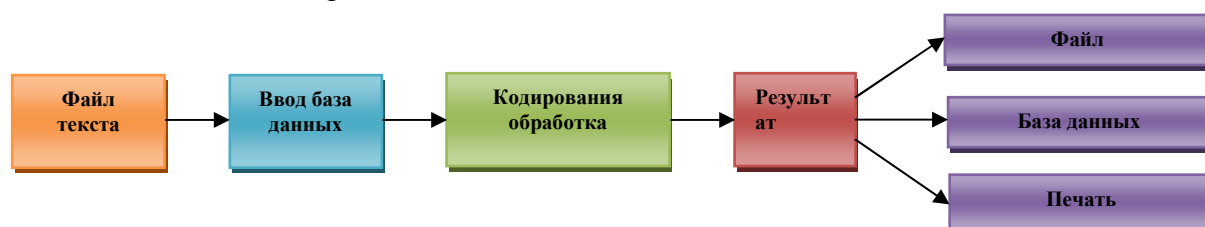


Рис. 1. Последовательность работы программного обеспечения для определения информационных параметров текстовых данных [16]

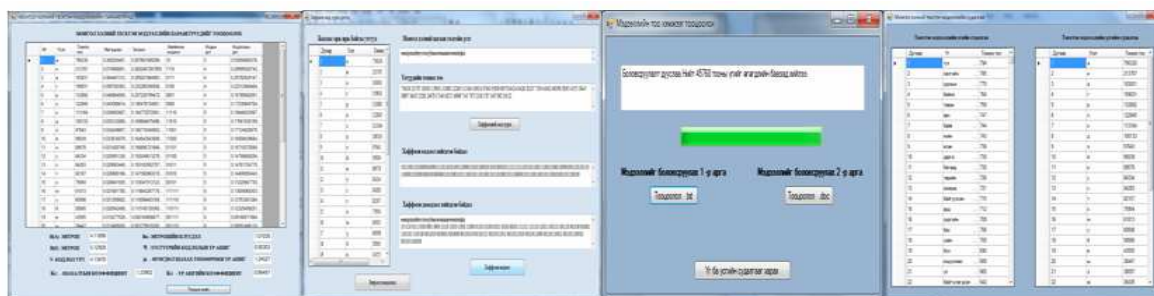


Рис. 2. Скриншот работы программного обеспечения для определения информационных параметров текстовых данных [16]

Разработанное в ходе исследований программное обеспечение анализирует и обрабатывает исходный текст с расширением *.doc, *.rtf, *.txt, определяет требуемые статистические и информационные параметры, выполняет кодирование Хаффмана, выдает результат пользователю с возможностью сохранения и печати. Для создания единой базы данных статистического информационного исследования монгольского текста, организации работы с большим объемом данных и хранения была использована серверная система MSSQL [16]. Кроме того, использованные в работе данные текстов исторических документов были переведены в электронную форму, сохранены в базе данных, обработаны специально разработанным собственным программным обеспечением и организованы в виде электронной экспозиции Монгольского государственного исторического музея [16].

III. Информационные параметры отдельных букв

Рассмотрим в качестве источника информации алфавит монгольского языка

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_k) = \{a_i\}_{i=1}^k. \quad (1)$$

Здесь A – информация или текст, k – количество букв алфавита. Единицей измерения будет [бит/символ] байна. Если информация (буквы) статистически не зависима, энтропия источника информации будет равняться среднему информационному количеству, приходящемуся на букву и выражаться формулой (2) в соответствии с [2, 17],

$$H(A) = -\sum_{i=1}^K P(a_i) \log P(a_i) \quad (\text{бит/символ}). \quad (2)$$

Здесь $P(a_i)$ – вероятность буквы a_i на выходе источника.

Число появления отдельных букв в текстах исторических документов, их вероятность и энтропия представлены в табл. 1, упорядоченные по значению вероятности. Для определения статистического распределения весь объем текстовых документов в 1775 страниц был разделен на файлы по 100 страниц каждый и подсчитаны слова, входящие в страницы, а также определены в целом неповторяющиеся слова. Текстовый материал электронных экспонатов исторических документов музея составляет **2850919** букв, словарный запас – **496605** слов [16].

Табл. 1

Вероятность появления буквы [16]

№	Буква	Частота появления	Вероятность	Энтропия	Код Хаффмана	Длина кода	Длина кодирования
1	о	756330	0.26529	0.50786	10	2	0.53059
2	н	213787	0.07499	0.28025	1110	4	0.29996
3	а	183831	0.06448	0.25502	0111	4	0.25793
4	г	159031	0.05578	0.23228	0100	4	0.22313
5	р	133892	0.04696	0.20722	0001	4	0.18786
6	л	122845	0.04309	0.19548	0000	4	0.17236
7	х	113164	0.03969	0.18477	11110	5	0.19847
8	д	100133	0.03512	0.16969	11010	5	0.17562
9	э	97643	0.03425	0.16672	11001	5	0.17125
10	й	95839	0.03362	0.16454	11000	5	0.16808
11	и	89578	0.03142	0.15686	01101	5	0.15710
12	у	84334	0.02958	0.15025	01100	5	0.14791
13	с	84283	0.02956	0.15018	01011	5	0.14782
14	т	82107	0.02880	0.14739	01010	5	0.14400
15	о	75954	0.02664	0.13934	00101	5	0.13321
16	м	61813	0.02168	0.11984	111111	6	0.13009
17	у	60598	0.02126	0.11810	111110	6	0.12753
18	б	58565	0.02054	0.11515	110111	6	0.12325
19	в	43555	0.01528	0.09216	001111	6	0.09167
20	ы	38447	0.01349	0.08378	001110	6	0.08091
21	з	38097	0.01336	0.08319	001100	6	0.08018
22	ж	36435	0.01278	0.08039	001001	6	0.07668
23	ч	25281	0.00887	0.06045	1101101	7	0.06207
24	ш	24678	0.00866	0.05931	1101100	7	0.06059
25	ц	17146	0.00601	0.04437	0011010	7	0.04210
26	я	16273	0.00571	0.04254	0010001	7	0.03996
27	ь	16098	0.00565	0.04217	0010000	7	0.03953
28	ё	7145	0.00251	0.02165	00110110	8	0.02005
29	е	7075	0.00248	0.02148	001101111	9	0.02233
30	ю	2318	0.00081	0.00835	00110111011	11	0.00894
31	к	1787	0.00063	0.00667	00110111010	11	0.00689

32	П	1407	0.00049	0.00542	00110111000	11	0.00543
33	Ъ	892	0.00031	0.00364	001101110011	12	0.00375
34	Ф	536	0.00019	0.00233	0011011100101	13	0.00244
35	Щ	22	0.00001	0.00013	0011011100100	13	0.00010
Сумма		2850919	1	4.118982			4.139787

Из табл. 1 видно, что буквы “ө”, “н”, “а”, “г”, “р”, “л”, “х” встречались с наибольшей вероятностью, буквы “щ”, “ф”, “ъ”, “п”, “к”, “ю”, “е”, “ё” встречались с наименьшей вероятностью. Из ранее проводившихся исследований буква “щ” совсем не встречалась [1, 6, 12]. В ходе этой работы буква “щ” отмечена 22 раза, что существенно часто, и была в составе слов русского происхождения. Это, очевидно, связано с тем, что данные слова были использованы без перевода. Например: **24-р зүйл.** *Контор болон тайш нар Агын захирагчийн хуультай гарзыг 11 эцгээр даах. Энэ мэт цуглаарын гэрийн гарзыг хамжаан дотор отгийн ахлагч нар **крещеник** (загалмайтан)-уудын старшина нарын гарзыг отог дотор даамуй. Хоёр зууны зайсан, шүүлэнгэ, засуул нарын бэх цаас бичээчийн хөлсийг хоёр зуун душ дотор даамуй. Хэрэг даасан хэргэмтний хэрэг бүтээхийн зангийн дөрөвдүгээр бүлэг **25-р зүйл.** Хэн хэрэг даасан хэргэмтэн ахмадын зарлигаар аливаа хэргийг аргагүй бүтээх. Хэрэвээ өвчин болон бус ч болиггүй шалтгаантай болбоос бусдад захиагаар аль **сообщения**-аар даалгах. Тэр ахмадаас тушаасан болон аль дамжуулж даалгагдсан хүн худал шалтгаанаар удаж байтал тэр тухайн ямарваа төвөг гарз болсныг даах. Зэм торгууль нь дээрх жишээгээр болох. **73.** Хорийн главный тайш болон заседатель нар, голова нар, выборный нар, староста нарыг сонгогдох батлагдахын учрууд нь, өндөрлөгчөөр баталсан июль 22-ноо 1822 оны Сибирийн бус төрөлтнийг захирах устав-ын хүчээр байх болоод зүгээр староста-ын **помощник** магазин-ийн багтур смотрител-ийг сонголтоор бөгөөд инородный управа-ын батлалгаар болмуй.*

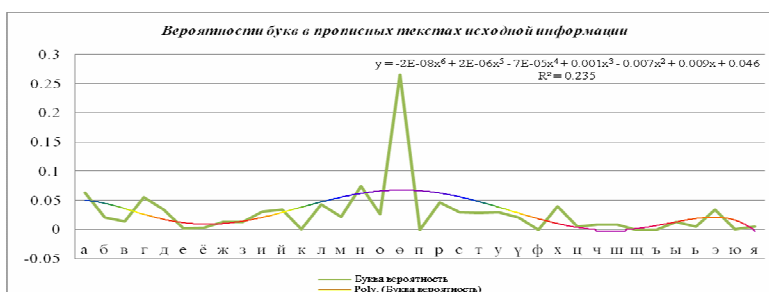


Рис. 3. График вероятности букв в прописных текстах исходной информации

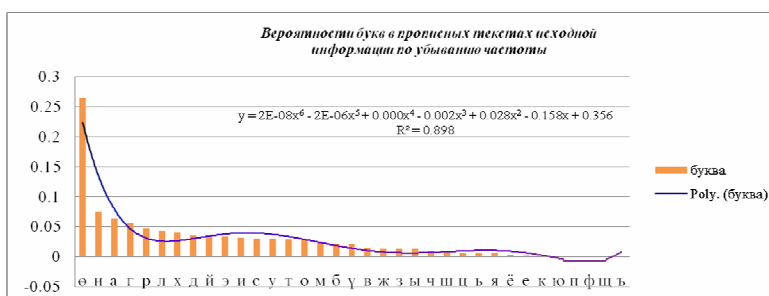


Рис. 4. График вероятности букв в прописных текстах исходной информации по убыванию частоты

IV. Исследование слов

Энтропия слов рассчитывается по формуле (2), средняя длина слова – по формуле (3), в соответствии с [2, 17]

$$L = \sum_{i=1}^n P_i l_i. \quad (3)$$

Здесь P_i – вероятность появления слова, l_i – длина слова. Из 496605 слов 34181 слов не повторяются.

Табл. 2

Частота наиболее и наименее встречающихся слов, вероятность [16]

№	Слова с наибольшей частотой	Частота появления	Вероятность	Слова с наименьшей частотой	Частота появления	Вероятность
1	тул	794	0,023	найрамдая	1	0,0000293
2	засгийн	785	0,023	эрхсийн	1	0,0000293
3	хурлын	775	0,023	Цэрэндавааг	1	0,0000293
4	байна	764	0,022	тоолбол	1	0,0000293
5	таван	759	0,022	сургуулиудад	1	0,0000293
6	авч	747	0,022	христосын	1	0,0000293
7	байв	744	0,022	авлага	1	0,0000293
8	ноён	743	0,022	тооцсугай	1	0,0000293
9	есөн	736	0,022	тэвшийг	1	0,0000293
10	дарга	735	0,022	харьяалуулжээ	1	0,0000293
11	бөгөөд	730	0,021	дайчилгаа	1	0,0000293
12	төрийн	726	0,021	шувуутай	1	0,0000293

Из табл. 2 видно, что слова “ноён” (сейчас почти не употребляется), “төрийн” наиболее часто встречаются. Очевидно, в исторических документах государство и господа были в особом почете. Число 9 пользовалось большим уважением.

V. Избыточность источника монгольского текста, эффективность кодирования

Избыточность источника текстовой информации рассчитывается по формуле (4), избыточность энтропии – по формуле (5), эффективность кодирования источника – по формуле (6) в соответствии с [2, 17]. Определяя избыточность энтропии, показываем отличие от наиболее возможной энтропии. Чем больше избыточность энтропии, тем ниже эффективность кодирования:

$$\chi_u = [H_0 - H(A)] / H_0 = 1 - \frac{H(A)}{\log_2 k} = 1 - \eta_u, \quad (4)$$

$$H_u = H_{\max} - H(A) \quad [\text{бит} / \text{символ}], \quad (5)$$

$$\eta_u = \frac{H(A)}{\log k} = (1 - H_u). \quad (6)$$

Разница между средней длиной кодирования и энтропией является избыточностью кодирования. Разница или избыточность кодирования определяется по формуле (7) в соответствии с [2]:

$$L_u = \sum_{i=1}^k l_i P_i - H(A). \quad (7)$$

Для определения эффективности устройства сжатия данных используется обратная зависимость от η_u . Эту величину также называют коэффициентом сжатия источника

$$\mu = \frac{\log K}{H(A)} = \frac{1}{\eta_u}. \quad (8)$$

VI. Кодирование Хаффмана других языков

Рассчитанная длина кода Хаффмана для букв монгольского текста в сравнении со средними значениями длины битовых значений кодирования Хаффмана других языков представлена в табл. 3. Из табл. 3 видно, что для немецкого и русского языка кодирование Хаффмана по сравнению с другими языками малоэффективно. Каждая буква в компьютере выражается 8 битами. По сравнению с этим кодирование Хаффмана для монгольских текстов дает сокращение длины двоичного кода в 1,8 раз.

Табл. 3

Длина двоичного кода Хаффмана для иностранных языков[16]

Языка	кодирование Хаффманал /бит/
Английский	4.1856
Французский	4.0003
Немецкий	4.2851
Джуд	4.0000
Португальский	4.0100
Испания	4.0469
Русский	4.4704
Монгольский	4.1189

Вывод

Рассчитаны и определены следующие параметры данных для текстовой информации на монгольском языке: энтропия отдельных букв $H(A) = 4.12$, $H(0) = 5.12$ бит/символ, длина кодирования $N = 4.13$, избыточность энтропии $H_u = 1.01$ бит/символ, эффективность кодирования источника $\eta = 0.803$, эффективность устройства сжатия данных $\mu = 1.24$, коэффициент эффективности $K_s = 0.99$ бит/символ. Для текстовой информации на монгольском языке в ходе работы было отмечено, что энтропия отдельных букв, использующихся в текстах телевизионных новостей и газетных публикаций, на значение 0.22372-0.33002 бит/символ больше энтропии букв, встречающихся в текстах исторических документов. Каждая буква в компьютере выражается 8 битами. По сравнению с этим кодирование Хаффмана для монгольских текстов дает сокращение длины двоичного кода в 1,8 раз.

1. Баатархүү Ц. Монгол текстийн мэдээллийн тодорхойломжийн зарим судалгаа, түүнийг мэдээлэл холбооны системийн үр ашгийг дээшлүүлэхэд ашиглах боломжийн үнэлгээ. 2006, нэг сэдэвт бүтээл.
2. Claude Shannon and Waren Weaver. The Mathematical Theory of Communication. Univ. of Urbana. 1949. P. 114.
3. Ganchimeg G. Communication network, Information theory // Conf. of Technology Young Scientists Association of Mongolia, in Khurel togoot-2006. P. 66-69.
4. Paivio A. Mental representations: A dual coding approach. 1986. Oxford: Oxford University Press.
5. Damdinsuren B., Bat-Enkh O., Munkhnasan Ch., Erdenebat D. Role of speech synthesis in telecommunication and information system // APSITT-99. Printed in Japan. 1999. P. 131.
6. Бат-Энх О. Монгол хэлний ярианы синтезийн шинэ арга боловсруулах судалгаа, 2001. Ph.D, нэг сэдэвт бүтээл.
7. Бат-Энх О. Исследование по разработке нового метода синтеза речи Монгольского языка. Автореферат. Улаанбаатар. 2001. 19 х.
8. Бат-Энх О. Монгол хэлний авианы параметрууд // Холбоочин сэтгүүл. 2000. № 3. 13 с.

9. Дамдинсүрэн Б., Бат-Энх О., Эрдэнэбат Д. Монгол яриа, түүний бүрдэл хэсгийн статистик судалгааны зарим үр дүн. Монгол улсын шинжлэх ухаан технологийн бодлого-XXI зууны тогтвортой хөгжил-ЭШБХурлын эмхэтгэл. Улаанбаатар. 1998. 148 х.
10. Сүхбаатар Б., Отгонбаяр Б. Монгол хэлний мэдээллийн тодорхойломжуудыг тогтоох асуудалд. Эрдэм шинжилгээний судалгаа, боловсруулалтын үр дүн эмхэтгэл, Шинжлэх ухаан, техникийн мэдээллийн төв. Улаанбаатар. 1989. 8-10 х.
11. Отгонбаяр Б. Монгол хэлний ярианы дохионы синтезийн асуудлын судалгаа. Докторын диссертаци. Улаанбаатар. 1994. 19 х.
12. Отгонбаяр Б. Исследование параметров и разработка метода синтеза речи Монгольского языка и их возможности применения в технике связи. Диссертация. 1996.
13. Дамдинсүрэн Б., Баатархүү Ц. Ярианы дохионы статистик судалгааны үр дүн, МУТИС-30 жил, ЭШБХурлын эмхэтгэл. Улаанбаатар. 1999.
14. Баатархүү Ц. Нийт авианы тохиох магадлал. Холбоо Мэдээллийн Технологийн сургууль. ЭШХ-ын илтгэлийн материал.
15. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Huffman_coding, Retrieved Oct 10, 2012.
16. Ганчимэг Г. Монгол текстэн өгөгдлийн боловсруулалт // J. of scientific transactions. MUST. 2014. № 1/148. P. 50-54.
17. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication, Reprinted with corrections from // The Bell System Technical J. 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.

ПОИСК ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КРИВЫХ И ПОВЕРХНОСТЕЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ПОМОЩИ МЕТОДА ТРАССИРОВКИ

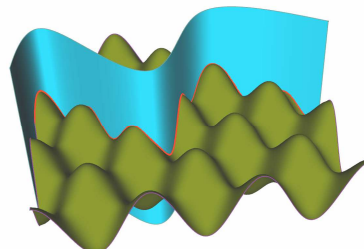
С.Ю. Гатилов

Институт систем информатики СО РАН, Новосибирск, Россия

ЗАО «Ледас», Новосибирск, Россия

stgatilov@gmail.com

В работе исследуется задача пересечения кривых и поверхностей (многообразий) в трехмерном пространстве в рамках геометрического моделирования. Данная задача является базовой при выполнении булевых операций над геометрическими телами, заданными в граничном представлении. Параметрические кривые и поверхности в общем случае могут быть заданы в виде NURBS-сплайнов [1].



Решение основывается на классическом методе трассировки кривых пересечения [2]. Алгоритм предназначен для поиска как несингулярных пересечений, так и сингулярных (т.е. касательных) пересечений минимального порядка. Сингулярные пересечения высокого порядка не поддерживаются.

Для поиска стартовых точек используется рекурсивный алгоритм подразбиения многообразий [3]. Для отсекающих непересекающихся частей используется критерий отделимости ограничивающих выпуклых вдоль 10 осей. Для фильтрации пар частей, содержащих пересечение простого вида, используются круговые касательные и нормальные конусы.

Для уточнения найденных стартовых точек используется метод Ньютона-Рафсона с псевдообратной матрицей [4], а затем запускается алгоритм численной трассировки кривой пересечения. Трассировка основывается на методе предиктор-корректор [5], в котором предиктор является численным методом решения ОДУ, а корректор – методом Ньютона-Рафсона. Каждый оттрассированный элемент кривой аппроксимируется кубической кривой, все кривые вместе образуют непрерывно-дифференцируемый кубический сплайн. Величина шага трассировки выбирается адаптивно благодаря критериям контроля точности. Предлагается метод якорных точек для точного завершения трассировки.

Поскольку на каждой компоненте пересечения может быть найдено несколько стартовых точек, нельзя допустить повторной трассировки уже найденного пересечения. Для этого оценивается «ширина» пересечения в точке по локальным свойствам многообразий. В процессе трассировки не допускается коллизия элементов пересечения с учетом их ширины. Для поиска коллизий используется иерархия ограничивающих объемов и метод подразбиения для кубических кривых Безье.

1. Piegl L., Tiller W. The NURBS Book (2nd ed.). N.Y.: Springer-Verlag, 1997.
2. Hoffman Ch.M. Geometric and Solid Modelling. Morgan Kaufmann Publishers, 1989.
3. Hohmeyer M.E. Robust and Efficient Surface Intersection for Solid Modelling: PhD Thesis. University of California, 1986.
4. Gatilov S.Yu. Using low-rank approximation of the Jacobian matrix in the Newton–Raphson method to solve certain singular equations // Journal of Computational and Applied Mathematics. 2014. Vol. 272C. P. 8-24.
5. Allgower E.L., Georg K. Introduction to Numerical Continuation Methods // Classics in Applied Mathematics. SIAM, 2003.

СОЗДАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ WEB-РЕШЕНИЙ

А.С. Гаченко, А.А. Михайлов, А.Е. Хмельнов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
gachenko@icc.ru

«Инвестиционная карта города Иркутска» (ГИС «Инвестор») – это информационная система, созданная на основе WEB и ГИС технологий и оригинальных технологических разработках ИДСТУ СО РАН с использованием декларативных спецификаций, которая предназначена для получения пользователями общедоступной информации, необходимой для принятия решения об инвестировании финансовых средств. Основной целью ресурса является создание благоприятных условий для инвесторов путем обеспечения открытости и доступности информации, необходимой для осуществления инвестиционной деятельности на территории города Иркутска.

Информационный ресурс позволяет проанализировать территорию города и оценить инвестиционный потенциал. Система предоставляет актуальные данные, необходимые для оценки территорий г. Иркутска и облегчает взаимодействие органов власти и инвесторов по вопросам развития инфраструктуры города и реализации инвестиционных проектов, что положительно влияет на создание благоприятной среды развития предпринимательской деятельности в Иркутске. Пользователю системы предоставляется информация по градостроительной деятельности, актуальные данные по объектам инвестирования и имеющейся инфраструктуре. Структурообразующими элементами являются тематические слои муниципальной геоинформационной системы г. Иркутска и другие муниципальные информационные ресурсы.

1. Бычков И.В. и др. Интеграция информационно-аналитических ресурсов и обработка пространственных данных в задачах управления территориальным развитием / Под ред. И.В. Бычкова; Рос. Акад. наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т динамики систем и теории управления.- Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 369 с.
2. Ветров А.А., Фереферов Е.С., Хмельнов А.Е. Технология использования метаописаний для формирования хранилищ данных и анализа многомерных данных // Вестник Бурятского гос. ун-та. 2011. № 9. С. 83–86.
3. ГИС «Инвестор» г. Иркутск. URL: <http://public.admirk.ru/gisinv/index.html>.
4. ГИС «Инвестор» г. Санкт-Петербург. URL: <http://map.investinfo.spb.ru/>.
5. Leaflet is a modern open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. URL: <http://leafletjs.com/>.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЛЬЕФА, ЗАДАННОГО ТЕКСТУРОЙ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ WebGL

А.В. Герасимов

Институт математики, экономики и информатики ИГУ, Иркутск, Россия

klive455@gmail.com

В работе исследуется задача создания трехмерной модели рельефа местности на основе растров большого размера, содержащих информацию о высотах визуализируемой местности, и ее отображение в веб-браузере в реальном режиме времени при помощи технологии WebGL [1] и специализированной библиотеки Three.js [2].

Особенность исследуемой задачи состоит в том, что при использовании растров большого размера, несмотря на высокие вычислительные возможности современных графических ускорителей, не представляется возможным выполнить построение целостной сетки с высоким уровнем детализации из-за высокой длительности обработки такой модели при просмотре в реальном режиме времени. В связи с этим существует необходимость в разработке новых и усовершенствовании существующих алгоритмов построения трехмерных сцен, которые бы позволяли получать максимально возможную детализацию модели и при этом достигать приемлемого уровня частоты обновления кадров в секунду при просмотре в реальном режиме времени.

В работе предлагается сравнительный обзор двух подходов к реализации данной задачи.

1. Стандартная растеризация с использованием алгоритмов динамического управления детализацией. Например, данный подход может быть реализован с помощью квадратичных деревьев, где предполагается разбиение рельефа первоначально на четыре части, а затем каждую из этих частей – еще на четыре и так далее, пока не получатся блоки небольшого размера. В итоге, подгружая изображения различного уровня детализации для каждого уровня разбиения, можно управлять детализацией просматриваемой области в зависимости от удаленности наблюдателя.
2. Трассировка луча над поверхностью с использованием дополнительных структур данных для увеличения производительности [4]. Например, можно использовать систему ограничивающих объемов *mipmap* [3] разных уровней, чтобы при этом каждый из объемов более высокого уровня содержал максимум 4 объема более низкого, чтобы затем использовать их вместо реального рельефа при трассировке.

Один из аспектов работы заключается в том, чтобы исследовать возможность применения имеющихся результатов с использованием современных веб-технологий, что подразумевает еще более жесткие требования к эффективности алгоритмов в сравнении с настольными приложениями.

1. Об основах применения WebGL: Tony Parisi, «WebGL - Up and Running», O'Reilly Media, 2012.
2. Об основах применения Three.js: Jos Dirksen, «Learning Three.js: The JavaScript 3D Library for WebGL», Packt, 2013.
3. Tevs A., Ihrke I., Seidel H.-P. Maximum Mipmaps for Fast, Accurate, and Scalable Dynamic Height Field Rendering // Proc. of ACM SIGGRAPH 2008 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games. 2008. P. 183-190.
4. Ebert D., Krüger J. GPU Ray-Casting for Scalable Terrain Rendering. Computer Graphics and Visualization Group. Technische Universität München. Germany. 2009.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА КОСМОСНИМКЕ АЛГОРИТМОМ ПОСТРОЕНИЯ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ

О.Л. Гиниятуллина

Институт вычислительных технологий СО РАН, Кемерово, Россия

skiporol@mail.ru

В работе исследуется возможность применения алгоритма обработки мультиспектральных данных дистанционного зондирования способом построения дерева решений для выделения объектов ненарушенных земель на территориях с высоким уровнем урбанизации на примере Кемеровской области. Цель исследования заключается в выделении природных районов с отсутствием признаков деятельности человека по спектральным свойствам объектов, т.е. определение мест ненарушенных земель, их картирование и мониторинг изменений границ и состояния объектов.

Алгоритм классификации способом Дерево решений (Decision Tree) выполняет многоступенчатую классификацию, состоящую из ряда бинарных решений (выбор из двух альтернатив), которые используются, чтобы правильно определить категорию для каждого пиксела [1]. Решение введенного выражения на каждой ступени классификации делит пикселы изображения на 2 класса, каждый из которых может быть разделен еще на два класса в последующих итерациях до получения желаемого результата. Несмотря на простоту алгоритма, отличительная особенность данного способа классификации заключается в возможности использования в одном классификаторе данных из различных источников и файлов [2]. Например, мультиспектральные данные могут быть использованы с цифровой моделью рельефа для выделения пикселов с низким значением NDVI и большим уклоном, что необходимо при исследовании территорий с различным рельефом.

В качестве тестового примера для алгоритма выбрана зона Бачатского разреза с находящимися рядом Баятскими сопками, которые имеют сложный состав (незначительная растительность с твердыми включениями песка и камней) и являются охраняемым природным объектом. Удовлетворительное выделение объекта было достигнуто на девятом ветвлении дерева с переходом ведущей ветви на седьмом условии. Каждое условие задавалось с использованием эталонных кривых для отсекаания возможных включений.

В результате обработки снимка кроме нахождения эталонного объекта были выделены территории со схожим покрытием (5 зон), которые являются также разнообразием сопки и имеют определенную ценность для сохранения биоразнообразия региона. Таким образом, разработан подход к обработке космоснимков с целью выделения природных объектов незначительной растительности с твердыми включениями, а также определения уровня воздействия на них человеческой деятельности.

1. Рис У. Основы дистанционного зондирования. М: Техносфера, 2006. 336 с.
2. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и геоинформационные системы. М.: Техносфера, 2008. 312 с.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОТ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЯ

А.Л. Гончаров, О.Л. Гиниятуллина, И.Е. Харлампенков
Институт вычислительных технологий СО РАН, Кемерово, Россия
glonass@in-sib.ru, skiporol@mail.ru, harlampenkov@ict.sbras.ru

В работе рассматривается опыт создания информационной системы решения задачи экологического мониторинга загрязнений в результате транспортной перевозки угля через населенные районы, что является одной из серьезных проблем горнодобывающих регионов [1]. Кроме содержания опасных элементов в двигателях внутреннего сгорания [2], тяжелая техника, перевозящая уголь, добавляет к классическим загрязнителям пыль от перевозимого груза и возникающую от взаимодействия шин с дорогой. Сочетание данных загрязнителей с розой ветров увеличивает радиус воздействия загрязнителей на десятки и сотни километров от очага воздействия.

В Кемеровском филиале ИВТ СО РАН предложен проект информационной системы учета грузоперевозок угля через населенные центры, которая использует спутниковый мониторинг движения транспорта через систему GPS и автоматический расчет экологического воздействия в зависимости от траектории движения автомобиля. Система мониторинга использует «облачный» программный продукт компании «Форт-Монитор». В настоящее время система тестируется на двух жилых зонах, через которые проходит максимальное количество грузоперевозок, это – Евтино и Коновало в Кемеровской области.

Система ведет автоматический журнал грузоперевозок, который формируется с использованием навигационного оборудования и содержит такие данные, как время входа и выхода из зоны населенного пункта, время нахождения и пробег. В зависимости от вида транспорта по стандартной методике рассчитывается евронорма выброса оксида углерода, углеводорода, оксида азота и твердых частиц для каждой модели машины. Используя модель расчета розы ветров на конкретное время, формируется модель распространения загрязнителей, отображаемая на карте.

Следует заметить, что при разработке системы существовала серьезная проблема отображения траектории движения машин на электронной карте. Это связано с ошибкой отклонения в точности позиционирования объекта навигационным оборудованием. В частности, записываемый вектор траектории движения не всегда «попадал» в зону вектора дороги. Решением данной проблемы стало внедрение методики, которая основывается на использовании алгоритма расчета известной траектории движения при условии пересечения на точке входа и выхода границ населенного пункта в определенном месте карты, поскольку внутри пункта углеперевозки осуществляются только по строго регламентированному маршруту. Соответственно подстановка параметров автомобиля позволяет в автоматическом режиме получать результаты загрязнений при выполнении условий обоих пересечений.

Разработанная система позволяет получать данные о загрязнениях в результате грузоперевозок угля, что является необходимым условием мониторинга состояния и предупреждения негативных последствий воздействия угледобычи на окружающую среду.

1. Ковалев В.А., Потапов В.П., Счастливцев Е.Л. Мониторинг состояния природной среды угледобывающих районов Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 312 с.
2. Болбас М.М., Савич Е.Л., Кухаренок Г.М., Пармон Р.Я. и др. Транспорт и окружающая среда. М.: Технопринт, 2003. 262 с.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИБРИДНЫМИ СИСТЕМАМИ С ПОЛИНОМИАЛЬНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Е.В. Гончарова, М.В. Старицын

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,

Иркутск, Россия

goncha@icc.ru, starmax@icc.ru

На заданном конечном отрезке времени $[0, T]$ рассматривается задача оптимального управления дифференциальным уравнением с мерами

$$(P) \quad I = F(x(T)) \rightarrow \min, \\ dx = f_0(x, u)dt + \sum_{q \in Q \setminus \{p\}} f_q(x, u)l^q dt + f_p(x, u)d\vartheta, \quad x(0) = x_0, \quad (1)$$

$$u \in U, \quad |\vartheta|([0, T]) \leq M, \\ x(t-) \in Z_-, \quad x(t) \in Z_+ \quad |\vartheta| - n.v. \quad t \in [0, T]. \quad (2)$$

Здесь $x(t) \in \mathbb{R}^n$, $x(t-)$ обозначает левый односторонний предел функции x в точке t , x_0 фиксировано, $U \subset \mathbb{R}^m$ – заданный компакт, $Z_{\pm} \subseteq \mathbb{R}^n$ – заданные замкнутые множества. Борелевская функция u играет роль «обычного» управления, функция $l \in L_p([0, T], \mathbb{R})$ – составляющая импульсного управления ϑ . Последнее трактуется в смысле [1] и представляет собой определенный набор мер и функций. Основная составляющая импульсного воздействия – скалярная знакопеременная мера Лебега-Стилтьеса на $[0, T]$; $|\vartheta|$ означает «полную вариацию» ϑ . Предположения на входные данные задачи – стандартные. Смешанные ограничения (2) определяют гибридную природу исследуемой модели. В формализме гибридных систем $Z_{\mp}$ трактуются как множества «переключения» и «назначения» [2]. Уравнение с мерами (1) описывает динамическую систему с «полиномиальными импульсами» и представляет собой результат расширения в слабой топологии пространства функций ограниченной вариации множества обычных (в смысле Каратеодори) решений динамической системы с полиномиальной зависимостью от скалярного управления при ограничении на L_p -норму последнего. Отметим, что модели с аффинной зависимостью от импульсного управления находят широкое распространение на практике и наиболее подробно изучены в литературе. Системы с квадратичными импульсами естественно возникают при расширении лагранжевых механических систем с т.н. «подвижными ограничениями» [3], где часть фазовых состояний трактуются как управляющие воздействия. Производные этих функций (в смысле распределений), будучи по своей физической природе разрывными функциями времени, могут входить в закон движения «с квадратом». Системы с полиномиальными импульсами стоят на пути естественного теоретического обобщения классического аффинного и квадратичного случаев.

В докладе приводится пример гибридной системы с квадратичными импульсами. Основной результат – метод преобразования задачи (P) к стандартной задаче оптимального управления с ограниченными управлениями и абсолютно непрерывными траекториями на основе специальной модификации метода разрывной замены времени.

1. Arutyunov A., Karamzin D., Pereira F. On constrained impulsive control problems // J. Math. Sci. 2010. Vol. 165, № 6. P. 654-688.
2. Goncharova E., Staritsyn M. Optimization of measure-driven hybrid systems // J. Optim. Theory Appl. 2012. Vol. 153, № 1. P. 139-156.
3. Bressan A., Rampazzo F. On systems with quadratic impulses and their application to Lagrangean mechanics // SIAM J. Control Optim. 1993. Vol. 31. P. 1205-1220.

АРХИТЕКТУРА И КЛЮЧЕВЫЕ АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ПОСТРОЕНИЯ СВЕРХМАСШТАБИРУЕМЫХ ПАКЕТОВ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ

С.А. Горский

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
gorsky@icc.ru

Проводимые во многих областях современной науки исследования нуждаются в организации экспериментов на вычислительных машинах мультитерафlopсного уровня. Необходимость в таких машинах вызвана потребностями фундаментальных исследований и необходимостью решения прикладных ресурсоемких задач моделирования, например, в таких областях, как машиностроение, материаловедение, энергетика, медицина и фармакология и других. Неотъемлемой составляющей организации мультитерафlopсных вычислений является развитие вычислительных методов, моделей и средств разработки параллельных и распределенных программ.

Проведенный анализ известных средств разработки программ для распределенных вычислительных сред (например, UGENE, UNICORE, Pegasus, DAGMan, Condor, Karajan, eXegrid, CLAVIRE, MathCloud, P-GRADE) показывает, что разрабатываемые с их помощью программы не обладают всей необходимой функциональностью.

В докладе представлен подход к решению данной проблемы путем развития системной части инструментального комплекса Orlando. В частности, рассматриваются особенности архитектуры инструментального комплекса и алгоритмы функционирования реализованных на данный момент подсистем, позволяющие масштабировать его возможности под имеющиеся ресурсы мультитерафlopсных распределенных вычислительных сред, и описывать сверхмасштабируемые схемы решения задач, позволяющие адаптировать распределенные программы под доступные динамические ресурсы.

ОПЫТ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ⁶

М.Г. Дмитриев¹, А.Ю. Горнов², Т.С. Зароднюк², А.С. Аникин², Е.А. Финкельштейн²

¹ИСА РАН, Москва, Россия, mdmitriev@mail.ru

² Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, Иркутск, Россия, gornov@icc.ru, tz@icc.ru, htower@icc.ru, evgeniya.finkelstein@gmail.com

В работе представлены результаты исследования нелинейных сингулярно возмущенных задач оптимального управления (ЗОУ) с погранслоистой структурой, в том числе осложненной наличием внутренних переходных слоев. Особенности рассматриваемых постановок заключались как в наличии нелинейных систем дифференциальных уравнений с малыми параметрами, так и в присутствии ограничений на траектории и управляющие воздействия.

Рассматривались вопросы применения начального приближения к оптимальному управлению специального вида в итерационных методах поиска глобального экстремума нелинейных ЗОУ. Для формирования подобных начальных приближений использовались достаточно грубые реализации нулевых членов асимптотических приближений Пуанкаре-Ляпунова и пограничного слоя [1]. Проведенная серия вычислительных экспериментов позволила продемонстрировать эффективность применения данного подхода для задач рассматриваемого класса (см., например, [2]).

Исследовались также и содержательные задачи оптимального управления. Например, в задаче восстановления поврежденной кривой на плоскости [3] путем варьирования значений параметров модели с последующим численным решением сформированных постановок удалось найти пограничный слой оптимальной траектории [4].

Численное решение нелинейных сингулярно возмущенных ЗОУ проводилось с помощью семейства программных комплексов OPTCON, ориентированных на исследование невыпуклых задач оптимизации управляемых динамических систем (см., например, [5]). Эффективность анализа сложных нелинейных ЗОУ возрастает в результате совместного использования современных теоретических результатов и надежных вычислительных технологий.

1. Горнов А.Ю., Дмитриев М.Г., Тятюшкин А.И. Опыт решения задач оптимального управления с пограничным слоем // Деп. в ВИНТИ. 1985. С. 8441-1385.
2. Горнов А.Ю., Дмитриев М.Г., Зароднюк Т.С. Повышение эффективности поиска оптимального управления в нелинейных задачах на основе выбора начального приближения // Тр. XII Всерос. совещания по проблемам управления ВСПУ-2014. Москва, 16-19 июня 2014 г. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 2408–2414.
3. Дмитриев М.Г., Сачков Ю.Л. Асимптотическое решение сингулярно возмущенной задачи оптимального управления, связанной с восстановлением поврежденной кривой // Дифференц. уравнения. 2013. Т. 49, № 11. С. 1381–1389.
4. Зароднюк Т.С., Финкельштейн Е.А. Численное исследование одной нелинейной задачи оптимального управления с пограничным слоем // Материалы XIX Междунар. конф. по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВМСППС'2015). М.: Изд-во МАИ, 2015 (в печати).
5. Зароднюк Т.С., Горнов А.Ю. Базовые компоненты программного комплекса OPTCON-III для решения невыпуклых задач оптимального управления // Тр. XVI Байкальской Всерос. конф. «Информационные и математические технологии в науке и управлении». 2010. Ч. III. С. 202–208.

⁶ Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты № 15-07-03827-а и № 15-37-20265-мол_а_вед.

КОНЦЕПЦИЯ ОБЛАЧНОГО СЕРВИСА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ БАЗ ЗНАНИЙ⁷

Н.О. Дородных, А.Ю. Юрин

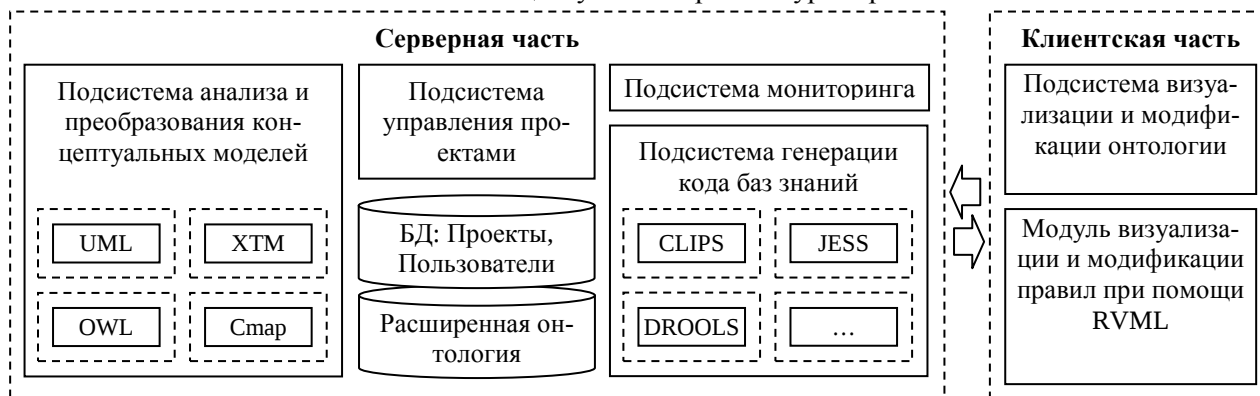
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
iskander@icc.ru

Наибольшую сложность при создании экспертных систем и систем, основанных на знаниях, вызывают задачи извлечения, концептуализации и формализации знаний. Эффективность решения данных задач может быть повышена при помощи специализированного программного средства, обеспечивающего анализ концептуальных моделей, построенных с помощью CASE-средств (например, IBM Rational Rose), и генерацию кода баз знаний (например, CLIPS).

Подобное программное средство может быть реализовано в виде веб-сервиса [1] со следующими основными функциями: загрузка концептуальных моделей, их анализ и преобразование в универсальный формат (расширенная онтология), моделирование продукций и их редактирование при помощи нотации RVML, генерация кода на языке представления знаний (CLIPS). Важной особенностью сервиса является поддержка совместной и распределенной работы исследователей над проектами баз знаний.

Рассматривая возможность масштабирования сервиса, в частности, расширения набора поддерживаемых форматов концептуальных моделей и языков представления знаний, предлагается при его реализации использовать модель (концепцию) распространения PaaS – Platform as a Service – «Платформа как Услуга». Ее использование позволяет представить сервис в виде платформы (площадки) для размещения программных модулей других исследователей подобной функциональности. При этом предлагается два способа размещения модулей: физическое размещение модуля на сервисе (например, в виде PHP-файла, реализующего преобразование и поддерживающего унифицированные интерфейсы); описание интерфейсов взаимодействия для удаленного вызова модуля (REST запросы), физически расположенного на другом ресурсе.

Рис. Концептуальная архитектура сервиса



Использование второго варианта размещения позволяет создать общественное облако для предоставления научных сервисов.

1. Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Web-сервис для автоматизированного формирования продукционных баз знаний на основе концептуальных моделей // Программные продукты и системы. 2014. № 4. С.103-107.

⁷Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 15-07-05641.

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ И РОЛЬ ИДЕНТИФИКАЦИОННОГО КОДИРОВАНИЯ, ОСНОВАННОГО НА СИСТЕМАТИКЕ

А.В. Дудакова

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия
dunas1@ya.ru

На фоне неопределенных отношений с Европой и своими западными соседями Россия активно расширяет транспортные маршруты, ведущие к Китаю [1] и странам Азиатско-тихоокеанского региона. Предполагается, что новые пути позволят нарастить грузооборот для дальневосточных портов и превратить их в транзитные базы для оборота товаров между Китаем и странами АТР.

В первую очередь реализуются проекты «Приморье-1» и «Приморье-2». Географическое положение Приморья как нельзя лучше подходит для образования таких коридоров: близкое расстояние от границы Китая до обширного побережья Востока России. Развитие логистических транзитных перегрузочных комплексов – одно из приоритетных направлений развития Приморья. Кроме того, Китаем активно продвигается идея воссоздания великого Шелкового пути, граничащего с восточной стороны с экономической зоной АТР, с западной стороны – с экономической зоной Европы. Он считается самым длинным коридором с наибольшим потенциалом развития. Россия занимает важное место в ходе построения данного МТК, являясь связующей нитью между Европой и Азией

Усиление экономических связей с Северо-востоком Китая обеспечивает России выход в Восточно-Азиатский регион, который считается наиболее оживленным и жизнеспособным местом в мире, а также доступ на рынки Корейского полуострова и Японии, что для России немаловажно. Но главная цель формирования и развития системы МТК с участием России – создание условий для получения ею максимального объема транзитной ренты – дохода, получаемого национальной транспортной системой за осуществление транзитных перевозок грузов и пассажиров. Тем не менее, существует немало проблем при формировании и развитии новых МТК, в том числе на направлении Китай – Казахстан – Россия – Европа.

Сегодня организация работы цепей доставки товаров немыслима без интенсивного оперативного обмена информацией между участниками транспортного процесса, без возможностей быстрого реагирования на потребности рынка транспортных услуг. Идентификационное кодирование – обязательный элемент транспортной логистики играет важную роль в интеграции гетерогенных данных. Унификация структуры шифров объектов транспорта – предмет международных соглашений. Характерный для них стиль простых договоренностей не гарантирует приемлемой долговечности кодов. В ИрГУПС предложена система [2], сочетающая стабильность рангового кодирования идентично структурированных, иерархически устроенных отраслей и принципиальную вариабельность обозначения собственников. На примере контейнерных перевозок [3] иллюстрируется перспектива повышения эффективности информационных технологий, если они будут опираться на возможности систематики сложных образований и онтологического подхода при конструировании баз данных и знаний.

1. Изъюрова Л. Транспортная политика. Новый шелковый путь // Транспорт России. URL: <http://www.transportrussia.ru/transportnaya-politika/novyy-shelkovyy-put.html>.
2. Корольков Б.П. О построении универсальной систематики // Транспорт. Наука, техника, управление. 2003. № 10. С. 37-44.
3. Дудакова А.В. Систематика и кодирование в структуре информационного обеспечения контейнерных перевозок. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Иркутск, 2011. 25 с.

ПРОТОТИП ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СРЕДСТВА СПЕЦИФИКАЦИИ МОДЕЛИ РАЗНОРОДНОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Ю.А. Дядькин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

dyadkin_ua@inbox.ru

В докладе рассматривается специализированное инструментальное средство для спецификации агрегированных многоуровневых моделей проблемно-ориентированных распределенных вычислительных сред, обеспечивающее детальное описание всех аспектов решения задач в этих средах. Архитектура инструментального комплекса анализа разнородных распределенных вычислительных сред представлена на рис. 1.

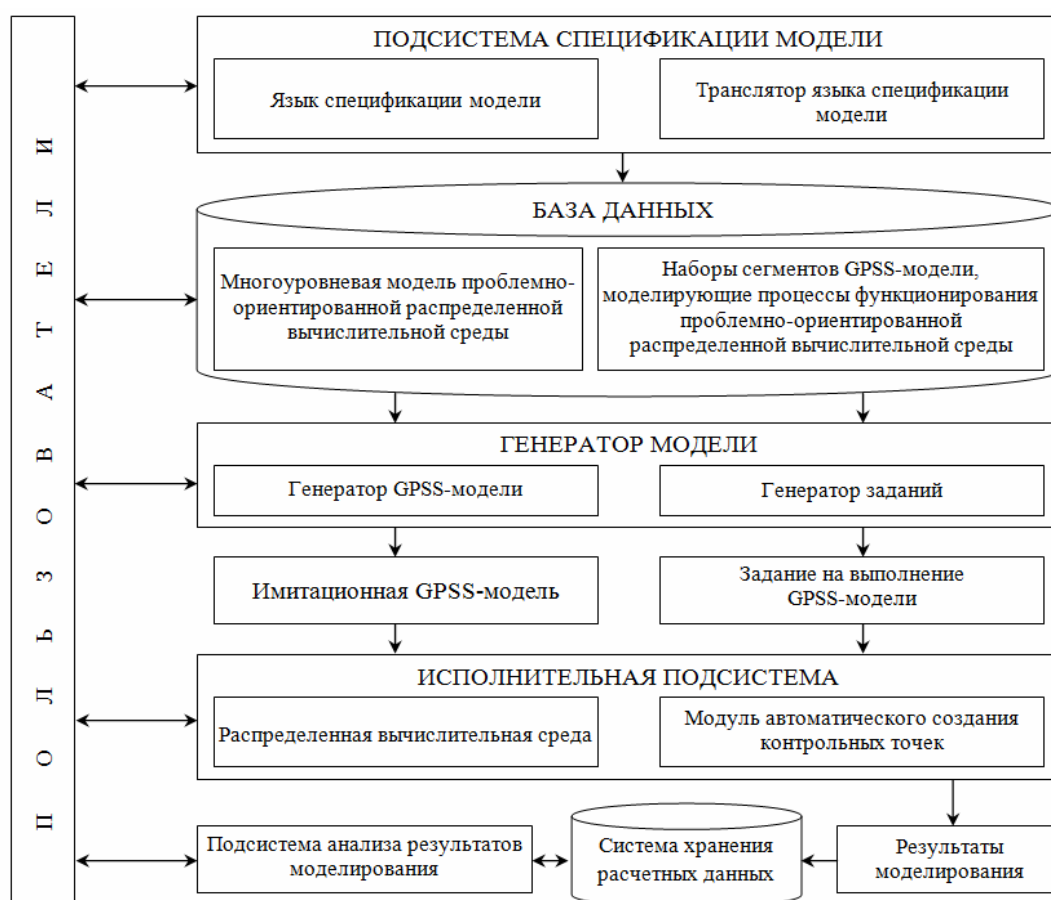


Рис. 1. Архитектура инструментального комплекса

Существующие на данный момент инструментальные средства рассчитаны на пользователей с высокой квалификацией в области имитационного моделирования [1]. Предлагаемое инструментальное средство позволит другим различным категориям пользователей создавать и в дальнейшем применять агрегированные многоуровневые модели проблемно-ориентированных распределенных вычислительных сред [2] с высокой степенью привязки к предметной области.

1. Девятков В.В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития. М.: ИНФРА-М, Вузовский учебник, 2013.
2. Опарин Г.А., Новопащин А.П., Феоктистов А.Г. Интегрированная инструментальная среда организации проблемно-ориентированных распределенных вычислений // Программные продукты и системы. 2013. № 1. С. 3-6.

ФАЗОВЫЕ ДИАГРАММЫ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПО ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММАМ

А.П. Дятлов

Кемеровский филиал Института вычислительных технологий СО РАН,
Кемерово, Россия

czechdyatlov@mail.ru

В рамках решения задачи по выделению видов состояний на фазовых плоскостях электроэнцефалограмм был получен полный набор трехкомпонентных моделей вида

$$Q(t; j) = A_1(j) \sin[\Omega_1 t + \Psi_1(j)] + A_2(j) \sin[\Omega_2 t + \Psi_2(j)] + A_3(j) \sin[\Omega_3 t + \Psi_3(j)], \\ j = \overline{1, J = 270}; t > 0.$$

Принято выделять до пяти частотных элементов для описания полной картины. Использование нескольких частотных наборов позволяет расширить анализ для получения заключений об общем состоянии исследуемой системы. Каждый набор частот порождает 270 моделей сигналов, что приводит к кратному возрастанию сложности анализа. Таким образом, появилась необходимость получения механизма сравнения моделей по степени опасности для дальнейшей оценки тяжести состояния системы.

Базовым взят показатель анализа, несущий наименее искаженную информацию и значение моделей при изменении во времени. При использовании энтропийного преобразования [1, 2] впервые получен особый вид визуализации, названный фазовой диаграммой.

Абсцисса строится по исходной энтропийной модели для аддитивных значений базового показателя:

$$U(t; j) = -q(t; j) \ln q(t; j), \text{ где } q(t; j) = \frac{Q(t; j)}{\sum_t Q(t; j)}$$

Введенная «эффективная модель», полученная преобразованием энтропийной модели, взята за ординату фазовой диаграммы:

$$E(t; j) = -q^2(t; j) \ln q^2(t; j).$$

Отображение на единую плоскость достигается нормированием полученных моделей. Фазовая диаграмма как средство поиска подсистем и неявных корреляций в сложных системах показала высокую степень устойчивости. Выделенные группы имеют слабую зависимость от изменения частотного состава. Выявлены корреляции структурного состава моделей с оценкой тяжести состояния исследуемой системы.

1. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А. Новая концепция вибродиагностики уникальных машин // Вычислительные технологии. 2010. Т. 15, № 3. С. 109-117.
2. Логов А.Б., Замараев Р.Ю., Логов А.А., Дятлов А.П. Концепция вибродиагностики уникальных машин в пространстве состояний / Справочник. Инженерный журнал / М.: Машиностроение, 2010. С. 8-12.

К ВОПРОСУ О ПОСТРОЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА

М.Л. Жарков

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
zharkm@mail.ru

В работе изучается логистический терминал как трехфазная немарковская система массового обслуживания (СМО). Входящий поток в рассматриваемую систему отличается от стационарного пуассоновского [1, 2] и обладает следующими свойствами: поток поступающих требований состоит из мультизаявок (одновременное поступление группы требований), размер которых является дискретной случайной величиной; интервал времени между входящими мультизаявками распределен по экспоненциальному закону; последствие отсутствует. Такие системы нередко встречаются в информационно-телекоммуникационной сфере [2] и транспортной логистике [3].

В терминах теории массового обслуживания [2] модель имеет вид $BMAP / BMAP / 1 / n_1 \rightarrow BMAP / M / N / n_2 \rightarrow M / M / 1 / n_3$. Отличительная ее особенность – групповое поступление (мультизаявки) и обслуживание на первой фазе, групповое поступление и наличие нескольких каналов обслуживания на второй. Кроме того, в ней предусмотрено отклонение заявок на первой фазе, а также блокировки каналов первой и второй фазы при отсутствии свободных мест в очередях последующих фаз. Поскольку данная система имеет сложную структуру, проанализировать аналитически ее не удалось. Автором разработана математическая и имитационная модели работы такой системы.

Математическая модель СМО состоит из 11 случайных величин (распределений):

$$T_0, T_1(M_2), T_2(M_3), T_3, X_1, X_2, N, Y(T, T_1, T_2, T_3, M_1, M_2, M_3, N)$$

$$M_1(T_1, X_1, X_2, T_1), M_2(T_1, T_2, X_2, N), M_3(T_2, T_3).$$

Здесь T_0 – время между последовательно поступающими мультизаявками; T_1, T_2, T_3 – времена обслуживания на соответствующем уровне; X_1, X_2 – размер поступившей мультизаявки и группы заявок, выбранной на обслуживание на первой фазе; $M_1(T_1, X_1, X_2), M_2(T_1, T_2, X_2, N), M_3(N, T_2, T_3)$ – длина очереди на соответствующей фазе; N – количество каналов обслуживания (вторая фаза). Компонентами вектора выходных параметров $Y(T, X_1, X_2, M_1, M_2, M_3)$ являются количество обслуженных/отклоненных заявок и мультизаявок, среднее число обслуживаемых заявок, средняя длина очереди (при наличии). Случайные величины T_0, T_1, T_2, T_3 являются непрерывными, X_1, X_2, M_1, M_2, M_3 – дискретными.

В докладе представлены рекуррентные формулы и алгоритм расчета стационарных вероятностей системы с групповым поступлением (мультизаявками) и экспоненциальным временем обслуживания (вторая фаза) без учета обратной связи для следующих типов СМО: одноканальная с очередью, многоканальная с отказами, многоканальная с очередью.

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979. 432 с.
2. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. 512 с.
3. Казаков А.Л., Маслов А.М. Построение имитационной модели входящего на грузовую станцию вагонопотока // Транспорт Урала. 2009. № 2. С. 17-21.

СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕЖЦВЕТОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ

А.В. Жуков

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,

Иркутск, Россия

zhukovalex13@gmail.com

Г.М. Модонов

Институт математики, экономики и информатики ИГУ, Иркутск, Россия

non7406@gmail.com

Естественные изображения, как правило, характеризуются высокой корреляцией между цветовыми компонентами (каналами). Большинство методов решают вопрос снижения избыточности между цветовыми компонентами за счет преобразования в декоррелированные цветовые пространства, такие как YIQ или YUV.

В данной работе предлагается иной метод, опирающийся на предположение о том, что одна из цветовых компонент, имеющая наивысшую корреляцию с остальными, является независимой случайной величиной (базовым каналом), в то время как остальные являются ее функциями [1, 2]. Изображение разбивается на блоки определенного размера, для каждого блока определяется базовый канал и строится аппроксимация остальных каналов [1, 3, 4]. В качестве методов аппроксимации в данной работе рассматриваются такие модели, как полиномиальная регрессия, решающие деревья [5] и другие методы на основе машинного обучения. Рассматривается задача выбора параметров аппроксимирующих методов и размера блока. В работе представлены результаты сравнения предложенного метода с другими популярными методами сжатия изображений.

1. Goffman-Vinopal L., Porat M. Color image compression using inter-color correlation // Proc. Intern. Conf. on IEEE. 2002. Vol. 2. P. 353-356.
2. Kotera H., Kanamori K. A novel coding algorithm for representing full color image by a single color image // Journal of imaging technology. 1990. Vol. 16, № 4. P. 146-152.
3. Santhi M., Banu R.W. Inter-Channel Correlation Based Color Image Compression. Digital Image Processing, 2010. Vol. 2(8). P. 244-249.
4. San X., Cai H., Li J. Color image coding by using inter-color correlation // Proc. Intern. Conf. on IEEE. 2006. P. 3117-3120.
5. Rokach L. Data mining with decision trees: theory and applications. World scientific, 2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ СКОРОСТИ ЗВУКА В АКУСТИЧЕСКОМ ВОЛНОВОДЕ МЕЛКОГО МОРЯ ПО ДАННЫМ МОДОВОЙ ДИСПЕРСИИ

О.С. Заикин, П.С. Петров

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

zaikin.icc@gmail.ru

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, Владивосток, Россия
Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

petrov@poi.dvo.ru

Рассматривается задача восстановления профиля скорости звука в воде по данным модовой дисперсии импульсного акустического сигнала в волноводе мелкого моря. В качестве данных для геоакустической инверсии используются времена прихода $\tau_i(f)$ различных мод для различных частотных компонент импульсного сигнала (здесь f – частота, i – номер моды), записанного одиночным гидрофоном, расположенным на расстоянии R от источника звукового сигнала. Времена прихода $\tau_i^e(f)$ могут быть получены из временного ряда $p(t)$ акустического сигнала, записанного одиночным гидрофоном с помощью частотно-временного анализа и разvertyвающего преобразования (warping transform) методом, впервые предложенным в работе [1]. В случае, когда акустические параметры среды (скорости звука и плотности в воде и дне) полностью известны (т.е. задана модель волновода), модельные времена прихода $\tau_i(f)$ можно вычислить по формуле

$$\tau_i(f) = \frac{R}{v_i^{gr}(f)},$$

где $v_i^{gr}(f)$ – групповая скорость [2] i -ой моды данного волновода на частоте f . Сравнивая наблюдаемые в эксперименте времена прихода $\tau_i^e(f)$ с модельными $\tau_i(f)$, можно вычислить невязку. Минимизируя невязку $\Delta(A)$ по пространству наборов A неизвестных параметров волновода, мы можем построить его модель, максимально соответствующую экспериментальным данным. Данный алгоритм был реализован в виде параллельной MPI-программы на языке C++, при этом была использована библиотека численного анализа `alglib`. Необходимость в использовании высокопроизводительных вычислений обусловлена тем, что для построения качественной модели требуется перебрать большое количество вариантов наборов A . С помощью параллельной программы были проведены вычислительные эксперименты на 15 узлах (т.е. суммарно на 480 процессорных ядрах) кластера «Академик В.М. Матросов» ИЦ СО РАН. Результаты расчетов показали, как можно восстановить описанным алгоритмом профиль скорости звука $c_j = c(z_j)$, где z_j – некоторый набор значений глубины. В частности, из результатов следует, что хотя одновременное восстановление R и c_j для всех глубин невозможно, достаточно считать известной скорость звука c_1 у поверхности, чтобы можно было определить набор параметров $A = (c_2, c_3, \dots, R)$.

1. Bonnel J., Chapman N.R. Geoacoustic inversion in a dispersive waveguide using warping operators // J. Acoust. Soc. Am. 2011. Vol. 130 (2).
2. Tolstoy I., Clay C. Ocean Acoustics: Theory and Experiment in Underwater Sound. Acoustical Society of America, New York, 1987. 381 p.

ФАКТОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ДАННЫХ О ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ВЕЩЕСТВ

А.М. Зеленчук

Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

andrey.zelenchuk@gmail.com

Целью данной работы является создание фактографической системы для интеграции, представления и предварительной обработки данных экспериментальных исследований теплофизических свойств веществ и материалов.

Перспективным подходом в данной области является моделирование системы с использованием онтологии [1]. Основной задачей в данной работе является создание онтологии для работы с данными о теплофизических свойствах веществ и материалов, которая достаточно полно описывает данную предметную область и служит основой для информационных систем, работающих с теплофизическими свойствами веществ и материалов.

Одной из наиболее популярных и адекватных формальных систем для описания онтологий является OWL (Web Ontology Language) [2, 3], основанный на логиках описаний (Description Logics, DL).

В данной работе терминологическая составляющая (TBox) онтологии заявленной предметной области построена и описана средствами OWL [4]. Разрабатывается информационная система, позволяющая редактировать набор утверждений (ABox) о веществах и их теплофизических свойствах в рамках данной онтологии, а также наглядно отображать имеющуюся информацию, производить предварительную обработку числовых данных.

1. Erkimbaev A.O., Zhizhchenko A.B., Zitserman V.Y., Kobzev G.A., Son E.E., Sotnikov A.N. Integration of Databases on Substance Properties // Automatic Documentation and Mathematical Linguistics. 2012. Vol. 46, № 4. P. 170–176.
2. OWL 2 Web Ontology Language: Direct Semantics (Second Edition) Boris Motik, Peter F. Patel-Schneider, Bernardo Cuenca Grau, eds. W3C Recommendation, 11 December 2012. URL: <http://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-direct-semantics-20121211/>.
3. OWL 2 Web Ontology Language: Structural Specification and Functional-Style Syntax (Second Edition) Boris Motik, Peter F. Patel-Schneider, Bijan Parsia, eds. W3C Recommendation, 11 December 2012. URL: <http://www.w3.org/TR/2012/REC-owl2-syntax-20121211/>.
4. OWL 2 Web Ontology Language: Manchester Syntax (Second Edition) Matthew Horridge, Peter F. Patel-Schneider. W3C Working Group Note, 11 December 2012. URL: <http://www.w3.org/TR/2012/NOTE-owl2-manchester-syntax-20121211/>.

ПОСТРОЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УПАКОВОК ДЛЯ КОМПАКТНЫХ МНОЖЕСТВ В НЕЕВКЛИДОВОЙ МЕТРИКЕ

А.Л. Казаков, А.А. Лемперт

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

kazakov@icc.ru, lempert@icc.ru

Л.Г. Нгуен

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
Иркутск, Россия

nguyenhuyliem225@gmail.com

Рассматривается задача об упаковке заданного числа кругов наибольшего равного радиуса в наперед заданное компактное множество.

Определение. Упаковкой U_n компактного множества M из n шаров радиуса r называется объединение $O(x_1, r) \cup O(x_2, r) \cup \dots \cup O(x_n, r)$ такое, что

$$\forall i = \overline{1, n} \quad O(x_i, r) \subseteq M, \quad \forall i = \overline{1, n-1}, \forall j = \overline{i+1, n} \quad \text{int } O(x_i, r) \cap \text{int } O(x_j, r) = \emptyset.$$

Таким образом, набор шаров равного радиуса является упаковкой множества M в том случае, если все они вложены в M и пересекаются либо по своим границам, либо не имеют общих точек.

Нахождение наилучшей упаковки U_n^* сводится к отысканию n -сети $S_n = \{s_i, i = \overline{1, n}\}$ такой, что

$$R_M(S_n) = \min_{i=\overline{1, n}} \min \left\{ \frac{\rho(s_i, (S_n \setminus \{s_i\}))}{2}, \rho(s_i, \partial M) \right\} \rightarrow \max,$$

где $\rho(a, B)$ – расстояние от точки a до замкнутого множества B .

Определим расстояние между точками следующим образом:

$$\rho(a, b) = \min_{G \in G(a, b)} \int_G \frac{dG}{f(x, y)}.$$

Здесь $0 < \alpha \leq f(x, y) \leq \beta$ – кусочно-непрерывная функция, задающая скорость движения в каждой точке множества M , $G(a, b)$ – множество всех непрерывных кривых, лежащих в M и соединяющих a и b . Иными словами, кратчайшим путем между точками будет кривая, на преодоление которой затрачивается наименьшее время.

Для решения данной задачи разработан и программно реализован вычислительный алгоритм, основанный на оптико-геометрическом подходе [1-4]. В докладе будут представлены результаты вычислительных экспериментов.

1. Ушаков В.Н., Матвийчук А.Р., Ушаков А.В., Казаков А.Л. О построении решений задачи о сближении в фиксированный момент времени // Известия ИГУ. Сер. Математика. 2012. Т. 5, № 4. С. 95-115.
2. Лебедев П.Д., Успенский А.А. Геометрия и асимптотика волновых фронтов // Известия вузов. Математика. 2008. № 3. С. 27-37.
3. Казаков А.Л., Лемперт А.А. Об одном подходе к решению задач оптимизации, возникающих в транспортной логистике // Автоматика и телемеханика. 2011. № 7. С. 50-57.
4. Казаков А.Л., Лемперт А.А., Бухаров Д.С. К вопросу о сегментации логистических зон для обслуживания непрерывно распределенных потребителей // Автоматика и телемеханика. 2013. № 6. С. 87-100.

О НЕКОТОРЫХ ТОЧНЫХ РЕШЕНИЯХ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В СЛУЧАЯХ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ И СФЕРИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ

А.Л. Казаков

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
kazakov@icc.ru

Св.С. Орлов

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
orlov_svyatoslav@list.ru

Работа посвящена исследованию нелинейного уравнения теплопроводности, описывающего распространение тепла в случае степенной зависимости коэффициента теплопроводности от температуры, а также фильтрацию идеального политропного газа в пористой среде (the porous medium equation [1])

$$U_t = \operatorname{div}(K \nabla U),$$

где $K = \alpha U^\sigma$, $U = U(t, \bar{x})$ – температура, α, σ – положительные постоянные. Рассматриваемое уравнение в случае одной пространственной переменной может быть приведено к виду

$$u_t = uu_{xx} + \frac{1}{\sigma} u_x^2 + \frac{\mu}{x} uu_x, \quad (1)$$

здесь $u = u(t, x)$ – искомая функция, $\mu \in \{1, 2\}$. Выбор указанных значений параметра μ интересен с точки зрения приложений, поскольку эти значения соответствуют симметричному распространению тепла в плоскости и пространстве, соответственно.

Одним из наиболее эффективных известных методов исследования уравнений математической физики является метод группового анализа, который позволяет найти нетривиальные симметричные свойства уравнений. Подробный анализ указанных свойств в свою очередь дает возможность строить новые точные решения нелинейных дифференциальных уравнений [2].

В работе с использованием классического метода группового анализа дифференциальных уравнений выполнено построение новых точных решений уравнения (1), ранее не встречавшихся в литературе [3]. Получены некоторые допустимые классы граничных условий в задачах с заданным тепловым фронтом для уравнения (1) в случаях цилиндрической и сферической симметрии ($\mu = 1$ и $\mu = 2$, соответственно). Для этих задач построены новые точные решения типа тепловой волны [4].

1. Vazquez J.L. The Porous Medium Equation: Mathematical Theory. Oxford: Clarendon Press, 2007.
2. Овсянников Л.В. Групповой анализ дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1978.
3. Фулич В.И., Штелен В.М., Серов Н.И. Симметричный анализ и точные решения нелинейных уравнений математической физики. Киев: Наукова думка, 1989.
4. Кузнецов П.А., Казаков А.Л. Аналитические решения начально-краевых задач с вырождением для нелинейного уравнения теплопроводности. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2015.

ВИРТУАЛЬНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В РЕЛЯЦИОННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

В.А. Кихтенко

Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск

kikht@ict.nsc.ru

С 2007 года в ИВТ СО РАН поддерживается распределенная система приема и обработки спутниковых данных [1]. В результате был накоплен архив разнородных пространственных данных общим объемом более 300 Тб. Для такого объема данных традиционная схема работы с данными дистанционного зондирования, предполагающая выгрузку отдельных сцен для последующей обработки в геоинформационной системе (ГИС), оказывается неэффективной, так как возможности агрегации большого числа снимков в таких системах весьма ограничены. Особенно остро эта проблема проявляется при работе с ретроспективными данными, имеющими не только пространственное, но и временное измерение.

Для преодоления этого ограничения была предложена виртуальная интеграция представленных в архиве данных в реляционной базе данных. Это позволяет обеспечить для конечного пользователя абстракцию от особенностей форматов хранения спутниковых снимков и предоставить функции доступа ко всему архиву целиком, без привязки к отдельным сценам. Такой подход реализован в разрабатываемой в ИВТ СО РАН системе hVault. Разработанная система позволяет производить поиск, фильтрацию и агрегацию информации, при этом генерируемые системой новые наборы данных являются динамическими и могут создаваться многократно с различными вариациями без необходимости полной загрузки всех исходных данных. Полученные результаты могут быть сохранены в форматах, пригодных для дальнейшего использования в ГИС.

Система hVault основана на СУБД PostgreSQL. Она реализует прозрачное отображение файлового архива спутниковых снимков в виртуальные таблицы базы данных и позволяет выполнять к ним произвольные SQL-запросы. Эффективность работы с большим архивом данных достигается за счет применения механизмов СУБД для доступа к внешним данным, в данном случае к спутниковым снимкам, без предварительного преобразования формата хранения данных [2]. При этом выполнение запросов оптимизируется на основе доступных метаданных, а применяемые для выполнения вычислений алгоритмы предусматривают работу с объемами информации, превосходящими емкость оперативной памяти сервера СУБД.

В докладе описываются технические детали реализации системы доступа к архиву спутниковых снимков, ее место в инфраструктуре ИВТ СО РАН для работы с данными мониторинга окружающей среды, а также приводятся результаты первых опытов использования системы в тематических исследованиях.

1. Шокин Ю.И., Антонов В.Н., Добрецов Н.Н., Кихтенко В.А., Лагутин А.А., Смирнов В.В., Чубаров Д.Л., Чубаров Л.Б. Распределенная система приема и обработки спутниковых данных Сибири и Дальнего Востока. Текущее состояние и перспективы развития // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9, № 5.
2. Alagiannis I., Borovica R., Branco M., Idreos S., Ailamaki A. NoDB: efficient query execution on raw data files // Proc. of the 2012 ACM SIGMOD Intern. Conf. on Management of Data.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АГЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ⁸

С.А. Коршунов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
grey.for@gmail.com

Имитационное моделирование имеет крайне широкую область применения в самых различных областях: логистике [1], системах массового обслуживания, моделировании землетрясений [2], подводных сооружений и даже военных действий [3]. Визуализация – один из аспектов имитационного моделирования, позволяющий наглядно увидеть моделируемую область и происходящие в ней изменения. Многие системы имитационного моделирования (AnyLogic, Repast Symphony, MadKit, MASON, Breve, Framsticks, NetLogo) [4] содержат либо достаточно слабые средства визуализации (на уровне схематических изображений со слабой наглядностью и когнитивностью), либо мощные подсистемы, требующие существенных временных затрат на их освоение или перепрограммирование.

Недостатки существующих систем имитационного моделирования обуславливают актуальность разработки новых методов и инструментальных средств создания систем визуализации результатов имитационного моделирования. Предлагаемое программное средство должно отвечать следующим требованиям: независимость от имитационной модели, возможность адаптации к предметной области, возможность создания сложных графических объектов на основе геометрических примитивов, отображение динамики поведения модели, ориентированность на непрограммирующего пользователя.

Проблему адаптации к исследуемой области предлагается решить с помощью создания графических объектов на основе онтологии. При таком подходе предлагается инкапсулировать свойства и поведение созданных объектов в объектах онтологии: онтологии графических объектов, визуальных эффектов, поведения, событий, приложения, предметной области.

1. Рябинин К.В. Модуль трехмерной визуализации для СИМ TriadNet // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сб. докл. пятой юбилейной всерос. научно-практической конф. ИММОД-2011. Т. 1. СПб.: ОАО «ЦТСС», 2011. С. 393-397.
2. Kohei Fujita, Tsuyoshi Ichimura, Muneo Hori. A quick earthquake disaster estimation system with fast urban earthquake simulation and interactive visualization // Procedia Computer Science. 2014. Vol. 29. P. 866-876.
3. Вишнякова Л.В., Дегтярев О.В., Слатин А.В. Имитационное операционное моделирование процессов функционирования сложных авиационных систем и комплексов управления // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сб. докл. пятой юбилейной всерос. научно-практической конф. ИММОД-2011. Т. 1. СПб.: ОАО «ЦТСС», 2011. С.30-41.
4. Сравнение средств разработки для создания мультиагентных систем [Электронный ресурс]. ru.wikipedia.org: сайт Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Сравнение_средств_разработки_для_создания_мультиагентных_систем (дата обращения: 24.03.2015).

⁸ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проекты № 14-07-31298, №15-07-05641).

ВОЛНЫ-УБИЙЦЫ: ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Н.О. Кудря

Сибирский федеральный университет,
Институт космических и информационных технологий, Красноярск, Россия
kudrya_nadezhda@mail.ru

В работе изучаются зарегистрированные случаи возникновения катастрофических волновых явлений в морских акваториях, которые получили в научной литературе одно из названий как волны-убийцы. Анализируются данные наблюдений за указанными катастрофическими волнами и их проявлениями, в частности, в акваториях Черного и Северного морей. Рассмотрены результаты численных экспериментов по моделированию таких волн и существующие экспериментальные исследования их в бассейнах и лотках.

Выполнена обработка и анализ данных наблюдений волн-убийц в частотной области с помощью алгоритма быстрого вейвлет-преобразования записей и с помощью алгоритма быстрой нелинейной многопараметрической регрессии во временной области. Использовались алгоритмы кластеризации для выделения характерных областей преимущественного проявления волн убийц в исследуемых акваториях и их возможной связи с геодинамикой региона, топографией рельефа дна, а также связи с определенными геофизическими и гидрофизическими факторами. Распределения Парето предложено использовать для оценки катастрофического ущерба от их воздействия на морские суда (танкеры и т.п.) и соответствующие сооружения (нефтяные платформы и др.).

Результаты проведенных исследований позволяют более детально рассмотреть задачу генерации волн-убийц, а также предложить новые варианты решения задач их оперативного и среднесрочного прогнозирования с целью оценки степени опасности изучаемого волнового явления в заданных акваториях.

1. Куркин А.А., Пелиновский Е.Н. Волны-убийцы: факты, теория и моделирование. Нижний Новгород, 2004.
2. Дивинский Б.В., Левин Б.В., Лопатухин Л.И. и др. // ДАН. 2004. Т. 395, № 5. С. 690-695.
3. Pelinovsky E., Talipova T., Kharif C. // Physica D. 2000. Vol. 147, № 1-2. P. 83-94.
4. Slunyaev A., Kharif C., Pelinovsky E., Talipova T. // Physica D. 2002. Vol. 173, № 1-2. P. 77-96.
5. Kurkin A., Pelinovsky E. // European J. of Mechanics B / Fluids. 2002. Vol. 21, № 5. P. 561-577.
6. Slunyaev A., Pelinovsky E., Guedes Soares C. // Applied Ocean Research. 2005. Vol. 27. P. 12-22.
7. Dyachenko A.I., Zakharov V.E. // Письма в ЖЭТФ. 2005. Т. 81, № 6. С. 318-322.
8. Pelinovsky E., Sergeeva (Kokorina) A. // European J. of Mechanics B / Fluids. 2006. Vol. 25, № 4. P. 425-434.

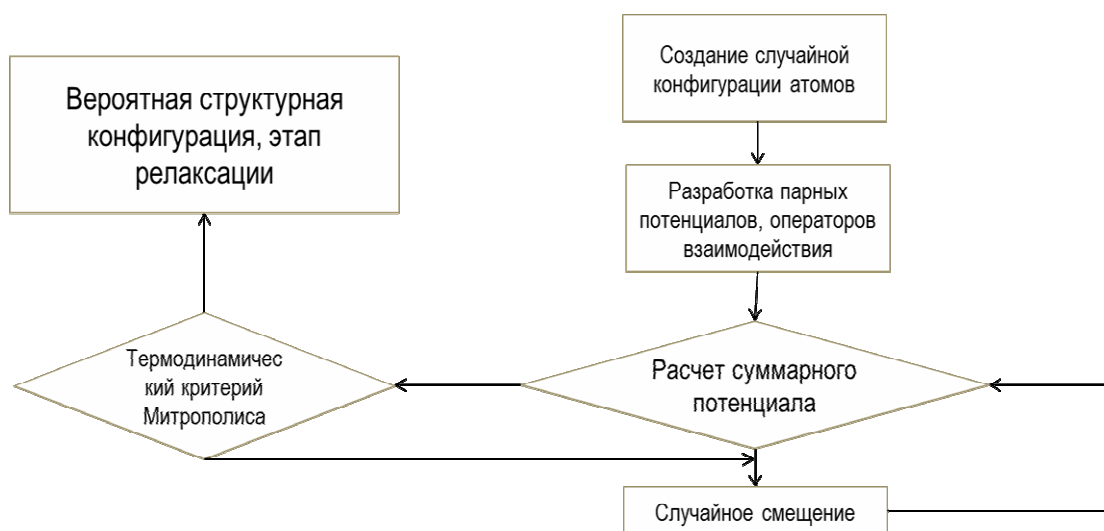
СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ АМОРФНЫХ МАТЕРИАЛОВ⁹

Кузаков А.С., Зимин М.Д.

Иркутский филиал ФГБУН Институт лазерной физики СО РАН, Иркутск, Россия
rangaid@mail.ru

В работе осуществлен анализ стохастической модели аморфных материалов на примере дымчатого кварца (раухтопаза) при низкотемпературной релаксации. Разработан принципиально новый подход к аппроксимации спектров поглощения на основе статистических данных. Определены структура и координационные характеристики наночастиц раухтопаза как одного из наиболее вероятных сценариев релаксации по методу Монте-Карло.

Моделирование процессов релаксации аморфных структур осуществляется посредством алгоритма Метрополиса[1]:



Разработаны алгоритмы поиска и оптимизации парных потенциалов взаимодействия частиц в аморфных системах. Обсуждается общая кинетика, критерии и этапы формирования устойчивого аморфизма. Подчеркивается необходимость применения вероятностных методов моделирования для описания аморфных структур.

1. Metropolis N., Rosenbluth A.W., Rosenbluth M.N., Teller A.H., Teller E. Equation of state calculations by fast machines // J. Chem. Phys. 1953. Vol. 41, № 6. P. 1087.

⁹ Работа выполнена в рамках базового проекта фундаментальных научных исследований СО РАН П.10.1.6. «Механизмы экстремального неразрушающего взаимодействия твердых диэлектриков с интенсивным лазерным излучением».

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ

А.И. Кузнецова, Р.Ю. Упырь

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

upyrr.roman@gmail.com

В работе рассматривается возможность определения параметров проволочных средств крепления. Предлагается новый метод расчета структурных параметров проволочных растяжек.

Математическая модель проволочной растяжки по данному методу может быть представлена в виде

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \frac{\pi \cdot D_{\text{св}} \cdot B}{A} \\ D_{\text{св}} = \frac{A}{\frac{\sin \frac{180}{n}}{d_i}} \\ c = \frac{L_{\text{раст}}}{2H} \end{array} \right.,$$

где H – шаг свивки,

B – расстояние между местом закрепления груза и местом закрепления на вагоне; диагональ,

A – начальное расстояние между ветвями проволочного элемента крепления,

$D_{\text{св}}$ – диаметр свивки,

d_i – диаметр проволоки i -го слоя,

n – количество проволок в i -м слое,

c – количество шагов свивки,

$L_{\text{раст}}$ – длина растяжки.

Данный метод позволяет оптимизировать структуру проволочных средств крепления, определить потребности в материале и подобрать оптимальные параметры при силовых расчетах.

1. Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003. 544 с.
2. Королев В.Д. Канатное производство: Учеб. пособие для металлург. техникумов. М.: Металлургия, 1980. 256 с.
3. Малиновский В.А. Стальные канаты. Ч. 1. Некоторые вопросы технологии, расчета и проектирования. Одесса: Астропринт, 2001. 188 с.
4. Глушко М.Ф. Стальные подъемные канаты. Киев: Техника, 1966. 327 с.
5. Упырь Р.Ю., Кроль Н.В. Возможности определения основных параметров проволочной растяжки // Материалы пятой междунар. научно-практической конф. «Транспортная инфраструктура Сибирского региона», посвященной 40-летию начала строительства Байкало-Амурской магистрали, 31 марта – 4 апреля 2014 г. Иркутск: В 2 т. Иркутск: ИрГУПС, 2014. С. 81–84.
6. Кузнецова А.И., Упырь Р.Ю. Математическое моделирование структуры проволочных элементов крепления // Мир науки глазами современной молодежи: материалы Всерос. научной конф. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. С. 160–165.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ГЕООбЪЕКТОВ

М.А. Курако

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

mkurako@gmail.com

Работа посвящена новому направлению в обработке данных геомониторинга, которое может быть использовано при диагностике сложных природных объектов и систем – «геометрический» анализ визуальных данных, где совместно выполняется вейвлет-преобразование данных для криволинейных объектов и шиарлет-преобразование для линейных объектов. Задаче разделения изображения на морфологически разные составляющие в последнее время уделяют много внимания в связи с ее значимостью для различных актуальных приложений в науках о Земле. Разрабатываемая вычислительная технология для эффективного решения этой задачи может быть применена к широкому кругу геообъектов, включая исследования, связанные с изысканиями на нефть и газ в сложных геосредах.

Отметим, что только сравнительно недавно появилась новая система представлений в рамках кратномасштабного анализа, так называемое шиарлет-преобразование данных (изображений). Шиарлет-преобразование – это преобразование, включающее сдвиг и оператор параллельного переноса. Это развитие вейвлет-преобразования и имеющее масштабирование по частоте и параллельный перенос по времени, также включающий характеристику направленности, т.е. дополнительную операцию сдвига. Операция сдвига дает более эффективный подход для изучения направленности в сложных геосредах, обеспечивая единую обработку изображений геообъекта.

В результате проведенных исследований разработана вычислительная технология, позволяющая решать задачу обработки данных геомониторинга сложных геообъектов на основе совместного применения вейвлет- и шиарлет-преобразований. Приведен ряд примеров, где показаны возможности шиарлет-анализа пространственных данных геомониторинга сложных природных объектов.

Вычислительная технология состоит из несколько этапов: исходное изображение форматируется под расчетный шаблон и определяется последовательность расчетных процедур для наиболее оптимального решения поставленной задачи; запуск и подстройка алгоритмов, выбор конкретного алгоритма для поставленной задачи; загрузка и обработка исходных изображений для различных расчетных условий в соответствии с поставленной задачей; анализ получаемых изображений в результате шиарлет-преобразования, контрастирование изображения. Интерпретация полученного набора расчетных изображений позволяет решать соответствующие прикладные задачи для изучаемого геообъекта.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ ОБ ИСТОЧНИКЕ ЦУНАМИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ГИДРОФИЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

М.А. Курако, А.А. Быков

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

mkurako@gmail.com

Работа посвящена задаче восстановления данных об источнике цунами на основе данных наблюдений гидрофизического мониторинга цунами и результатов численного моделирования процесса распространения цунами в изучаемой акватории. Предложен способ восстановления данных об источнике цунами с помощью алгоритмов обработки расчетных данных и наблюдений в рамках гидрофизического мониторинга.

В работе для численного моделирования цунами используются асимптотические формулы (С.Ю. Доброхотов и др.), которые характеризуют поведение длинных волн в определенных расчетных областях. Данный подход позволяет оперативно решать обратную задачу цунами по восстановлению значений параметров источника цунами, что способствует повышению эффективности оценки опасности цунами. Второй подход для численного моделирования распространения цунами в морских акваториях предполагает использование программного-алгоритмического комплекса MOST (В. Титов и др.), в основе математической модели которого лежит система уравнений мелкой воды.

Предлагаемые алгоритмы обработки позволяют эффективно решать поставленную задачу. В работе используется сочетание быстрого алгоритма локального спектрального анализа (вейвлет-преобразование расчетных и натурных мареограмм) и быстрого алгоритма нелинейной многопараметрической регрессии.

В рамках проведенного исследования выполнен ряд численных экспериментов по моделированию распространения цунами, в том числе порожденного сильным землетрясением в районе Никарагуа с магнитудой 7,3 балла, произошедшего 14 октября 2014 года в 67 км к юго-востоку от Джикуилилло. Результаты исследований показали новые возможности для решения задачи оценки значений параметров источника цунами. При этом сравнительный анализ расчетных и натурных мареограмм позволяет скорректировать местоположение и форму первоначального варианта источника цунами.

Таким образом, предлагаемый подход предполагает вычислительную процедуру быстрой коррекции параметров источника цунами на основе расчетных и натуральных данных с целью повышения точности и надежности оценки опасности цунами в рамках существующих вычислительных комплексов и систем наблюдений.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МУЛЬТИМНОЖЕСТВ В ПРОЦЕДУРАХ ГОЛОСОВАНИЯ¹⁰

Г.С. Малтугова

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
gama@icc.ru

Теория мультимножеств – математический аппарат, который позволяет представлять и обрабатывать совокупность объектов (вариантов решения проблемы) в виде мультимножеств. Мультимножество – это множество с повторяющимися элементами A , порожденное множеством $X = \{x_1, x_2, \dots\}$, где $A = \{k_A(x) \circ x \mid x \in X, k_A \in Z_+\}$, $k_A : X \rightarrow Z_+ = \{0, 1, 2, \dots\}$ – функция кратности, определяющая число экземпляров элемента x в мультимножестве A . Примеры мультимножеств: совокупность многопризнаковых объектов, коллекция графических символов, массив текстовых документов [1]. Аппарат теории мультимножеств успешно применяется для решения практических задач группового многокритериального выбора: оценка проектов в РФФИ, выбор вычислительного комплекса в ОАО «НИИ вычислительных комплексов им. М.А. Карцева».

Процедуры голосования предназначены для решения задач группового выбора и представляют собой совокупность процедуры учета мнений (ранжирующая, неранжирующая) и способа обработки голосов (принцип согласования, метод агрегирования). Основной особенностью процедур голосования является представление индивидуальных предпочтений в форме упорядочений всех вариантов с использованием отношений строгого предпочтения и эквивалентности.

Предлагается представить известные процедуры голосования в терминах теории мультимножеств, для этого

1. построим гипершкалу признаков, по которой впоследствии необходимо оценить все объекты. В качестве значений гипершкалы предлагается использовать значения рангов альтернатив во всех упорядочениях. Ранг эквивалентных альтернатив рассчитывается как средневзвешенное значение рангов. Например, в упорядочении $A_4 \approx A_2 \succ A_1 \approx A_3$ ранг второй и четвертой альтернатив равняется 1,5, а у первой и третьей – 3,5;
2. представим в виде мультимножеств все объекты $A_i = \{k_{A_i}(\text{"первый ранг"}) \circ \text{"первый ранг"}, k_{A_i}(\text{"второй ранг"}) \circ \text{"второй ранг"}, \dots\}$, где k_{A_i} – число экспертов, у которых объект имеет соответствующий ранг. Все мультимножества равноможны.
3. Представим все известные способы обработки голосов в терминах мультимножеств. Данное представление позволяет исследовать свойства процедур голосования с новой точки зрения, развивать теорию мультимножеств и расширить область его применения (разработать новые правила сравнения мультимножеств и исследовать их свойства).

1. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Академия, 2009.

¹⁰ Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 14-01-31321, 15-37-50095.

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»¹¹

Г.С. Малтугуева, А.Ю. Юрин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
gama@icc.ru, iskander@icc.ru

Одним из направлений искусственного интеллекта являются системы поддержки принятия решений (СППР), которые способны оказывать помощь лицу, принимающему решение. Востребованность подобных систем в различных областях (например, в хозяйственной деятельности) объясняется необходимостью оперативного сбора данных из разных источников, анализа больших объемов информации, обработки мнений группы экспертов нескольких объектов по многим критериям и т.п.

Ввиду особенностей российского законодательства и действующей системы бухгалтерского учета наиболее распространенными программными продуктами в нашей стране, которые используются в хозяйственной деятельности любого предприятия или организации, являются информационные системы на платформе «1С». Среди продуктов компании и ее партнеров отметим «1С: Предприятие», «1С: Бухгалтерия», «1С: Склад», «1С: ERP Управление предприятием», «1С: Управление торговлей», «1С: CRM» и т.д. Однако среди информационных систем, построенных на основе платформы «1С», отсутствуют средства поддержки принятия решений, реализующие математические методы и методы искусственного интеллекта.

Одним из активно развивающихся направлений в области искусственного интеллекта является агентный подход, суть которого заключается в представлении анализируемой проблемы в виде совокупности взаимодействующих агентов и описании модели их поведения в некоторой среде. При этом под агентом понимается некоторая программная сущность (модуль, компонент), которая способна выполнять определенные задачи.

Предлагается построить СППР в виде мультиагентной системы с централизованным управлением типа «Руководитель – Координатор – Измеритель», в которой агентом-Руководителем является лицо, принимающее решение, устанавливающее ограничения и требования на результат. Агент-Координатор отвечает за организацию взаимодействия между Руководителем и Измерителями, осуществляет формирование множества альтернатив, перечня критериев, определяет значения градаций на шкалах измерений. Агенты-Измерители выполняют непосредственное оценивание рассматриваемых вариантов, представляя результат в форме оценок (числовых/вербальных) или упорядочений вариантов.

Данная модель системы поддержки принятия решений позволяет оказывать полноценную помощь руководителю за счет сбора, анализа и обработки информации из разных источников (документы, промежуточные/итоговые результаты вычислений и обработки данных, знания экспертов). В качестве способов агрегирования разнородной информации предлагается использовать методы АРАМИС и АИР.

1. Малтугуева Г.С. Решение задачи голосования в малых группах // Материалы конф. «Ляпуновские чтения & Презентация информационных технологий». Иркутск, 2011. С. 34.

¹¹ Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 14-01-31321.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНО-ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ

Н.С. Малтугуева

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

malt-nadezhda@yandex.ru

Рассмотрим непрерывно-дискретную систему следующего вида:

$$\begin{aligned}\dot{x}(t) &= f(t, x(t), y(t), u(t)), \\ y(t) &\in Y(t, x(t), y(t-0)), \quad u(t) \in U, \\ x(t_0) &= x_0, \quad t \in [t_0, t_1].\end{aligned}$$

Здесь $x(t) \in R^n$ – траектория; $u(t) \in R^m$ и $y(t) \in R^r$ – управления, причем $u(t)$ – обычное измеримое управление, а $y(t)$ – дискретное управление с конечным числом точек переключения; многозначное отображение $Y: [t_0, t_1] \times R^n \times R^r \rightarrow R^r$ описывает логику дискретных переходов; $U \subset R^m$ – компактное множество; функция $f: [t_0, t_1] \times R^n \times R^r \times R^m \rightarrow R^n$ кусочно непрерывна по t и непрерывна по (x, u) для каждого $u \in R^r$.

На множестве решений данной системы требуется минимизировать линейный функционал

$$J(x(\cdot), y(\cdot), u(\cdot)) = l \cdot x(t_1).$$

Для построения вычислительных процедур будем решать задачу улучшения: по заданному процессу $(\bar{x}(\cdot), \bar{y}(\cdot), \bar{u}(\cdot))$ найти новый процесс $(x_*(\cdot), y_*(\cdot), u_*(\cdot))$ такой, что

$$J(x_*(\cdot), y_*(\cdot), u_*(\cdot)) > J(\bar{x}(\cdot), \bar{y}(\cdot), \bar{u}(\cdot)).$$

Процедуры решения таких задач в более общей постановке получены в [1]. В данной работе поставленную задачу предлагается решать с помощью разбиения на две подзадачи:

- $\bar{u}(\cdot)$ зафиксировано, тогда исходная задача сводится к задаче математического программирования, в которой неизвестными являются точки переключения (τ_i, y_i) дискретного управления (в момент времени τ_i функция $y(t)$ меняет свое значение с y_{i-1} на y_i);
- $\bar{y}(\cdot)$ зафиксировано, тогда задача сводится к задаче оптимального управления с промежуточными ограничениями.

В докладе разберем подробнее описанные подзадачи и методы их решения, приведем полную процедуру решения рассматриваемой задачи, работу которой проиллюстрируем примером.

1. Батурин В.А., Малтугуева Н.С. Метод улучшения второго порядка для решения задач оптимального управления логико-динамическими системами // Автоматика и телемеханика. 2011. № 4. С. 144–154.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО ГРАФА

А.А. Михайлов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
mikhailov@icc.ru

Управляющий граф – это естественное представление программы, которое может быть вычислено автоматически как по исходному, так и по бинарному коду. Граф используется в качестве промежуточного представления программы компилятором для проведения внутренних оптимизирующих преобразований. Исходный код в текстовом представлении содержит в себе всю необходимую информацию о поведении программы. Однако его анализ – зачастую достаточно трудоемкая задача даже при том, что современные интегрированные среды разработки поддерживают интеллектуальные механизмы, значительно упрощающие данную задачу.

В работе предложен метод визуализации графа потоков управления, позволяющий анализировать сложные графовые представления программ, полученные в результате обработки исходного кода компилятором, либо полученных в процессе их декомпиляции. Метод основан на выделении в управляющем графе регионов с одним входным и одним выходным узлом [1] с последующей заменой его на абстрактный узел таким образом, чтобы граф в процессе семантически эквивалентных преобразований свернулся в один абстрактный узел, содержащий в себе иерархию выделенных регионов, которые классифицируются и каждому из них ставится в соответствие один из заранее предопределенных шаблонов рисования. В результате задача визуализации управляющего графа сводится к описанию правил отображения шаблонов.

Предложенный метод позволяет в управляющем графе выделять подграфы, соответствующие высокоуровневым операторам языков программирования, что дает возможность использовать изобразительные соглашения [2], принятые при рисовании блок-схем:

- блок действия. Выполнение действий, обработка данных любого вида;
- логический блок (блок условия);
- граница цикла. Данный элемент состоит из двух частей, обозначающих начало цикла и конец операции, выполняемых внутри цикла;
- блок начало-конец (пуск-остановка). Элемент отображает вход и выход в функцию (программу).

На основе разработанных методов реализован структурный раскладчик для системы визуализации атрибутивных графовых моделей. Произведено тестирование структурного раскладчика на SPEC CPU2000 [3]:

- 197.parser
- 252.eon.

В результате около 70 % графов удалось структурировать полностью (не содержат «неопределенных» регионов). Около 96 % всех выделенных регионов являются структурными. Для визуализации «неопределенных» регионов предлагается использовать структурный раскладчик.

1. Johnson R., Pearson D., Pingali K. Finding regions fast: Single entry single exit and control regions in linear time. Tech. rep., Cornell University, Ithaca, NY, 1993.
2. Касьянов В.Н. Визуализация информации на основе графовых моделей // Вычисл. технологии. 1999. Т. 11, № 11. С. 1123-1135.
3. Standard Performance Evaluation Corporation. URL: <https://www.spec.org/cpu2000/>.

О ПРИМЕНЕНИИ АППАРАТА ПОЛИМАТРИЧНЫХ ИГР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ КОНКУРЕНЦИИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ МОНГОЛИИ

А.В. Орлов¹, С. Батбилег²

¹ Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

² Национальный университет Монголии
anor@icc.ru, batbileg.sukhee@gmail.com

Как известно, моделирование экономических конфликтов с помощью аппарата теории игр является одним из естественных инструментов такого сорта. При этом одна из наиболее часто встречающихся задач – исследование экономических рынков в условиях несовершенной конкуренции с помощью теории и методов некооперативных игр. В работе исследуется одна из задач банковского сектора Монголии, возникающая при анализе рынка крупного кредитования предприятий.

По официальным данным Центрального банка Монголии [1] на территории страны по состоянию на декабрь 2013 года функционировало 13 банков. Из них сектор крупного кредитования предприятий на 39,2% принадлежал Голомт банку, на 31,13% – Банку торговли и развития, и на 24,9% – Государственному банку. Эти три крупнейших банка покрывают 95,23% всего сектора крупного кредитования на территории Монголии. В этой связи данные банки могут быть рассмотрены в качестве основных игроков сектора крупного кредитования и с точностью до 5% объема рынка можно считать данный сектор олигополией с тремя конкурентами. У каждого из трех банков есть обычное значение процентной ставки на подобного сорта кредиты (так называемая базовая ставка) и стратегиями игроков в данном случае является повышение или понижение этой процентной ставки на значение от 1 до 5% с шагом 1% (всего 11 стратегий у каждого из банков).

На основании имеющейся информации об общем объеме рынка крупного кредитования в 2010-2013 гг. [1] делается прогноз этого значения и распределения объемов между тремя основными игроками на 2014 год. На основе этого прогноза описанная выше ситуация моделируется с помощью полиматричной игры трех лиц (гексаматричной игры) [2, 3], где элементы матриц представляют собой предполагаемую прибыль банков в каждой из возможных ситуаций. Поиск равновесия по Нэшу в сформулированной игре осуществляется с помощью редукции этой задачи к задаче невыпуклой оптимизации с билинейными слагаемыми в целевой функции [2, 3].

Для решения последней разработан алгоритм глобального поиска [3, 4], состоящий из двух основных этапов: локального поиска и процедуры выхода из критических точек, которая базируется на условиях глобальной оптимальности [4]. В частности, на первом этапе используется специальный метод локального поиска, развивающий идею последовательного решения задач линейного программирования, которые вытекают из постановки исследуемой оптимизационной задачи с билинейной структурой, на случай связанных переменных [3]. Разработанный алгоритм глобального поиска применяется к построенной гексаматричной игре. Проведен анализ вычислительного эксперимента и дана экономическая интерпретация полученного решения.

1. Poll conducted among bank lenders and research: report of Mongol Bank. Ulaanbaatar (Mongolia), 2013.
2. Стрекаловский А.С., Энхбат Р. Полиматричные игры и задачи оптимизации // Автоматика и телемеханика. 2014. № 4. С. 51-66.
3. Orlov A.V., Strekalovsky A.S., Batbileg S. On computational search for Nash equilibrium in hexamatrix games // Optimization Letters. 2015. DOI: 10.1007/s11590-014-0833-8.
4. Стрекаловский А.С. Элементы невыпуклой оптимизации. Новосибирск: Наука, 2003.

HAADOOR ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В СРЕДЕ MAPREDUCE

А.Ю. Ощепков, О.Л. Гиниятуллина, И.Е. Харлампенков
КФ ИВТ СО РАН, Кемерово, Россия
ghost.alex86@gmail.com

В работе предлагается использование проекта Apache Hadoop и поставляемых с ним стандартных модулей для создания распределенной информационной системы. Кратко приведены достоинства и недостатки данной системы, а также изложены необходимые параметры для развертывания кластера. Разобрана функция MapReduce. Разработана предварительная концептуальная модель информационной системы для высоконагруженных вычислений.

На сегодняшний день сложилась тенденция необходимости извлечения новых знаний из множества терабайт информации, накопленных в ходе деятельности организаций. Одним из решений данной проблемы является программная платформа Apache Hadoop, позволяющая выполнять распределенную обработку данных внушительных объемов.

Реализация распределения вычислений происходит за счет модуля для MapReduce, который в свою очередь был создан на основе операций унаследования из функциональных языков программирования таких, как Lisp. Операция map означает применение определенной функции к списку элементов. Операция компоновки reduce применяется к списку, но, как правило, в этом случае список приводится к скалярному значению. Таким образом, приведенные выше функции позволяют выполнять манипуляции над данными, которые зачастую с трудом поддаются анализу и опросу традиционными средствами [1].

По существу алгоритм MapReduce разбивает запрос и набор данных на несколько. За счет этого отдельные компоненты запроса можно обработать параллельно, а затем свести полученные результаты воедино, т.е. «редуцировать» [2].

Кроме того, данная программная платформа (Apache Hadoop) позволяет расширить кластер от одной до тысячи машин, каждая из которых предлагает местную вычислительную мощность. Программное обеспечение организует высокую отказоустойчивость за счет обнаружения и обработки сбоев на уровне приложений, минуя аппаратный уровень и, как следствие, достигается высокая степень доступности услуги на ведущем узле кластера [3].

Программная платформа хорошо масштабируема. Модуль, написанный для кластера, состоящего из пары машин, с высокой вероятностью отработает на кластере из нескольких сотен компьютеров.

В свою очередь для использования Apache Hadoop требуется достаточно много работы касательно администрирования системы и ее технической поддержки.

Предлагаемая концептуальная модель информационной системы для высоконагруженных вычислений позволяет представить взаимодействие узлов, участвующих в анализе больших массивов данных, полученных как из реляционных баз данных, так и из NoSQL СУБД и файлов, что особенно важно для организации геовычислений.

1. Кен Манн, М. Тим Джонс. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/l-hadoop/index.html>
2. Shvachko K. Apache Hadoop. The Scalability Update / login:. 2011. Vol. 36, № 3. С. 7-13.
3. Уайт Том Hadoop. Hadoop: The Definitive Guide. СПб.: Питер, 2013. 435 с.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АГЕНТНЫХ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ¹²

А.И. Павлов, А.Б. Столбов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
asd@icc.ru, stolboff@icc.ru

Разработка методов и средств автоматизированного проектирования многоагентных систем является в настоящее время одной из основных задач научного поиска в рамках парадигмы агентно-ориентированных систем. Для решения данной задачи коллективом авторов разрабатывается интеллектуальное программное средство поддержки проектирования агентов имитационных моделей сложных систем (Agent Design Support Kit – AdsKit), предназначенное для обеспечения возможности создания агентов имитационной модели с помощью декларативного описания их структуры и поведения, при этом основой для построения имитационной модели является концептуальная модель предметной области.

В процессе создания агентной имитационной модели на основе концептуальной модели можно выделить следующую последовательность действий: выбор понятий предметной области, которые будут интерпретироваться как агенты; формирование структуры агента; определение поведения агента, задающее его реакции на изменение среды и состояния других агентов в виде набора продукционных правил; формирование структуры окружающей среды; определение приоритетов выполнения продукционных правил, задающих комплексное поведение агента; определение начального количества агентов каждого типа в момент запуска имитационной модели и начального состояния среды; анализ результатов моделирования и уточнение выбранной структуры и поведения агентов.

Для поддержки принятия решений согласно данной последовательности для каждого действия могут быть сформированы наборы эвристических правил, позволяющие оценить полученный к текущему моменту результат проектирования агентной модели и предложить рекомендации либо по улучшению этого результата, либо по направлению дальнейших действий. Набор таких эвристик формирует базу знаний предлагаемой экспертной системы.

Таким образом, разрабатываемая экспертная система обеспечивает контроль действий пользователя в процессе работы и, в случае наличия соответствующей текущему действию эвристики, осуществляет поддержку пользователя в процессе проектирования агентов имитационной модели.

¹² Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ № 14-07-00222, № 14-07-31298.

УПРАВЛЯЕМОСТЬ СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В КЛАССЕ ФУНКЦИЙ ЧЕБЫШЕВА

П.С. Петренко

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
petrenko_p@mail.ru

В работе исследуется линейная система дифференциально-алгебраических уравнений (ДАУ) с переменными коэффициентами

$$A(t)x'(t) + B(t)x(t) + U(t)u(t) = 0, \quad t \in I = [0, +\infty), \quad (1)$$

где $A(t), B(t) - (n \times n)$ -матрицы, $U(t) - (n \times l)$ -матрица, достаточно гладкие на I , $u(t) - l$ -мерная функция управления, $x(t) -$ искомая функция; $\det A(t) \equiv 0$. Под мерой неразрешенности ДАУ понимается индекс дифференцирования [1].

Для анализа в работе используется преобразование ДАУ (1) к структурной форме с разделенными «дифференциальной» и «алгебраической» подсистемами, которая эквивалентна исходной системе в смысле решений [2]

$$x_1'(t) + J_1(t)x_1(t) + \sum_{j=0}^r L_j(t)u^{(j)}(t) = 0, \quad (2)$$

$$x_2(t) + J_2(t)x_1(t) + \sum_{j=0}^r G_j(t)u^{(j)}(t) = 0, \quad (3)$$

где $\text{colon } (x_1(t), x_2(t)) = Qx(t)$ (Q – матрица перестановок строк), J_1, J_2, L_j, G_j – некоторые матрицы соответствующих размеров, r – индекс неразрешенности ДАУ (1).

Определение 1. Система вещественных функций

$$f_1(t), f_2(t), \dots, f_n(t), \quad (4)$$

определенных и непрерывных на отрезке $[a, b] \subset I$, называется системой Чебышева

порядка $n - 1$, если любая линейная комбинация $p(t) = \sum_{j=1}^n \alpha_j f_j(t) = \alpha^T f(t)$ имеет не

более $n - 1$ корня на $[a, b]$. Здесь $\alpha = \text{colon } (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \in R^n$, $f(t) = \text{colon } (f_1(t), f_2(t), \dots, f_n(t))$.

Определение 2. Система (1) R -управляема в классе функций Чебышева на отрезке $[t_0, t_1] \subseteq [a, b]$, если для любых $x_0, x_1 \in R^n$ существует такое $\alpha = \alpha_0$, что при

$u = H(t) \begin{pmatrix} \alpha_0^T f(t) \\ \alpha_0^T f'(t) \end{pmatrix}$ решение $x(t, t_0, x_0, u)$ ДАУ (1) с начальным условием $x(t_0) = x_0$ в

момент $t = t_1$ удовлетворяет равенству $x(t_1) = x_1$. $H(t)$ – некоторая матрица, обладающая достаточной гладкостью на I .

Для ДАУ (1) получены условия R -управляемости в классе многочленов, формируемых с помощью функций Чебышева (4).

1. Campbell S.L., Griepentrog E. Solvability of general differential-algebraic equations // SIAM J. Sci. Stat. Comp. 1995. № 16. P. 257–270.
2. Щеглова А.А. Существование решения начальной задачи для вырожденной линейной гибридной системы с переменными коэффициентами // Известия вузов. Математика. 2010. № 9. С. 57–70.

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ НЕРАЗРЫВНОСТИ¹³

Н.И. Погодаев

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
n.pogodaev@icc.ru

В теории управления часто возникает следующая задача: нужно подобрать управляющую функцию $u = u(t)$ так, чтобы соответствующая ей траектория системы

$$\dot{x}(t) = v(t, x(t), u(t)),$$

стартующая в начальный момент времени $t = 0$ из точки x_0 , достигла целевого множества A к моменту времени T .

Предположим, что начальное состояние x_0 динамической системы точно не известно, однако известно его вероятностное распределение в фазовом пространстве. Тогда положение $x(t)$ системы в любой момент времени t характеризуется функцией плотности $\rho = \rho(t, x)$. А именно: для любого измеримого множества E вероятность того, что $x(t) \in E$, равна $\int_E \rho(t, x) dx$. Нетрудно видеть, что ρ удовлетворяет уравнению неразрывности

$$\partial_t \rho + \operatorname{div}(v(t, x, u(t)) \rho) = 0 \quad (1)$$

с начальным условием

$$\rho(0, x) = \rho_0(x), \quad (2)$$

где ρ_0 – плотность начального распределения.

Вернемся к задаче, поставленной в самом начале. В случае, когда исходное состояние задано вероятностным распределением, она, очевидно, должна быть переформулирована так: требуется найти управление $u = u(t)$, которое максимизирует вероятность попадания в целевое множество A в момент времени T , т.е.

$$\int_A \rho(T, x) dx \rightarrow \max. \quad (3)$$

Доклад посвящен численному методу решения задачи оптимального управления (1)-(3), основанному на необходимых условиях оптимальности, полученных автором ранее.

¹³ Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант № 14-01-31254.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SBAS ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КУЗБАССА)

В.П. Потапов, Л.С. Миков

Институт вычислительных технологий СО РАН (Кемеровский филиал),

Кемерово, Россия

vadimptpv@gmail.com, mikov@ict.sbras.ru

В работе рассматриваются вопросы оценки состояния и изменения земной поверхности в центральной части Кузбасса. Предлагается использование многопроходной серии спутниковых радарных данных высокого разрешения с применением метода интерферометрии малых базовых линий (SBaS) для оценки и выявления динамики смещений земной поверхности в горнодобывающих районах с помощью построенных карт вертикальных смещений. Данный метод опробован на радарных данных со спутника Cosmo-SkyMed, покрывающих территорию городов Ленинск-Кузнецкий, Полысаево, Белово за период с 2011 по 2014 год. Результаты исследования позволили определить зоны оседания и поднятия земной поверхности в этих районах, а также выявить среднюю скорость изменения вертикальных смещений в мм/год.

1. Кантемиров Ю.И. Краткие теоретические основы радарной интерферометрии и ее многопроходных вариаций PS и SBaS // Геоматика. 2012. № 1. С. 22-26.
2. Мусихин В.В. Мониторинг процессов оседаний земной поверхности в районах интенсивного недропользования на основе интерферометрической обработки данных космического радиолокационного зондирования: дис. ... канд. техн. наук. Пермь. 2012. 146 с.
3. Soergel U. Radar Remote Sensing of Urban Areas. Hannover: Springer. 2012. 277 с.
4. Rosen P.A., Hensley S., Joughin I.R., Li F.K. Madsen S.N., Rodriguez E., Goldstein R.M. Synthetic aperture radar interferometry // Proc IEEE. 2000. Vol. 88 (3). P. 333–382.

ГЕОПОРТАЛ КАК ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОРАЗНООБРАЗИЕ

В.П. Потапов, Е.Л. Счастливцев

Институт вычислительных технологий СО РАН, Кемерово, Россия

Воздействие горного производства на окружающую среду и природные ресурсы носит многоплановый, длительный и комплексный характер. Действующая система мониторинга угольной промышленности Кузбасса в целом практически не использует современных подходов к мониторингу природной среды, направлена на контроль ряда экологических параметров точечного характера и не позволяет обеспечить пространственного представления оценки и прогноза геоэкологического состояния угледобывающих районов. В работе рассмотрены некоторые основные вопросы создания нового методологического аппарата мониторинга, оценки и прогноза геоэкологической ситуации на базе современных информационных технологий и модельных комплексов.

Наиболее важными задачами мониторинга являются сбор данных, анализ и оценка естественных и техногенных изменений состояния окружающей среды, выявление естественных и техногенных факторов. Современный мониторинг окружающей природной среды угледобывающего района представляет собой блочную информационно-вычислительную систему, связанную единым подходом, обеспечивающим интеграцию исследований с использованием геоинформационных систем, данных дистанционного зондирования и современных методов накопления, обработки и анализа неоднородных пространственных данных.

Отличительной особенностью информационного обеспечения подобного рода систем является их распределенность. Это обеспечивает размещение отдельных блоков системы в сети Internet с организацией удаленного доступа на основе типовых программ клиента. Такой подход не только позволяет вести быструю разработку подсистем экологического мониторинга, но и дает возможность их расширения за счет конкретных видов вычислительного сервиса, определяемого средствами облачных технологий. На сегодняшний день наиболее подходящим инструментом интеграции пространственных данных и средств их обработки в виде информационной системы является геопортал. Делая упор на облачные вычисления как один из основных элементов геопорталов, мы рассматриваем из всего множества сервисов лишь некоторые, которые достаточно естественно встраиваются в конкретные решения.

Использование в геопорталах хранилищ данных является новым элементом системы, обеспечивающим интеграцию и манипулирование разнородными данными, включающими в себя ДЗЗ, которые требуют специальных методов обработки.

На основе выше рассмотренных элементов создана информационно-вычислительная система для динамической оценки экологического состояния (включая биоразнообразие) угледобывающего района как распределенная информационно-вычислительная среда, использующая элементы облачного сервиса: облачный сервис (Google App Engine); сервис аутентификации (Google Users API); картографический сервис (Google Map API, Веб-сервер Apache); сервис баз данных (MySQL, PostgreSQL); расчетные сервисы (Java-сервлеты).

1. Бычков И.В., Опарин В.Н., Потапов В.П. Облачные технологии в решении задач горной геоинформатики // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2014. № 1. С. 138-152.
2. Гиниятуллина О.Л., Потапов В.П. Дистанционный мониторинг загрязнений окружающей среды // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. 2014. № 1. С. 142-148.

ПРОБЛЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ УСТАРЕВШИХ ФОРМАТОВ БАЗ ДАННЫХ

Е.С. Прокопенко
Институт вычислительных технологий СО РАН (Кемеровский филиал),
Кемерово, Россия
Lapochka10@yandex.ru

В работе рассматриваются проблемы преобразования устаревших форматов баз данных в форматы современных СУБД. В частности, возникла необходимость извлечь данные из базы, созданной в СУБД Paradox, и перенести эти данные в PostgreSQL.

Самым простым вариантом работы с данными было использование специальных программ, например, Paradox Data Editor. Paradox Data Editor – простая в использовании бесплатная программа для просмотра и редактирования базы данных Paradox. Используя BDE (Borland Database Engine), программа отображает записи базы данных в табличном представлении – информация об языке, типе кодовой страницы, методе защиты, версии и структура данных. Благодаря простому интерфейсу Paradox Data Editor, записи баз данных можно с легкостью редактировать. Присутствует возможность использования расширенной фильтрации, просмотра типа и длины существующих полей, генерации данных столбца статистики, проверки достоверности данных. Кроме этого, программа позволяет удалить пароль у баз данных, защищенных паролем, разблокировать таблицы и просмотреть содержимое базы данных. Записи в базе данных можно экспортировать в различные форматы: HTML, Excel, RTF, CSV, SYLK и распечатать (вывести на печать) [1].

Но от данной идеи пришлось отказаться, так как пришлось бы вручную производить перенос данных в необходимую СУБД (PostgreSQL), поскольку данные форматы программой не поддерживаются. По этой же причине пришлось отказаться от нескольких других аналогичных программ: невозможность конвертирования в форматы непосредственно СУБД PostgreSQL.

В итоге был сделан вывод, что необходимо разработать собственное приложение для решения проблемы. Приложение было создано в среде Borland Delphi и предназначено для редактирования DBF-файлов. Приложение позволяет как просто просматривать базу данных, так и изменять ее структуру, осуществлять фильтрацию, упаковывать таблицу, производить суммирование по полю. Принцип работы программы основан на обращении программы при помощи SQL-запроса к данным в базе и выводе их в приложение. При помощи кнопочной формы предоставлена возможность редактирования данных. И, главное, приложение позволяет производить конвертирование данных в различные форматы, позволяет сохранять в форматах различных СУБД.

1. Описание программного обеспечения: электронный ресурс. URL: http://www.lamerkomp.ru/load/sistemnye_utility/raznoe/paradox_data_editor/25-1-0-1148 (Дата обращения: 10.03.2015).
2. Новиков Б.А., Домбровская Г.Р. Настройка приложений баз данных. СПб.: БХВ-Петербург, 2006. 520 с.
3. Уорсли Дж., Дрейк Дж. PostgreSQL – поддержка и обучение. СПб.: Питер, 2009. 496 с.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ С УЧЕТОМ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДЛЯ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

П.В. Сидоренко, О.Л. Гиниятуллина, И.Е. Харлампенков
КФ ИВТ СО РАН, Кемерово, Россия
singston@yandex.ru

В работе предлагается создание проекта пространственной базы данных, позволяющей достоверно оценить ценность экосистем и обеспечить отражение фоновых показателей для последующего мониторинга происходящих под влиянием промышленных нагрузок изменений с целью их предотвращения, минимизации и компенсации ущерба [1].

Высокие темпы добычи угля, осуществляемые в настоящий момент в Кузбассе, не могут быть прекращены или снижены, в связи с чем возникает необходимость научно-обоснованной оценки меры рационального использования природных ресурсов, в частности, биоразнообразия региона. Для оперативного получения информации об уровне воздействия хозяйственной деятельности на биоразнообразие региона необходимо формирование системы, реализованной с использованием новых методов и технологий создания распределенных информационных систем с использованием ГИС-подхода [2, 3].

Создаваемая система строится на основе модульного принципа и охватывает широкий круг вопросов. Включает в себя базы данных по таким направлениям, как базовая картография (административное деление, гидросеть, дороги, лицензионные участки и т.д.), компоненты биоразнообразия (ареалы обитания животных и растений), территории с особым статусом (ООПТ, ключевые участки и т.д.), а также подробные описания животного и растительного мира, полученные в ходе проведения экспедиций в некоторые районы области. Существенным отличием системы является использование пространственной привязки для всех типов собираемой информации.

Система реализуется в виде геопортала на основе программного обеспечения с открытым исходным кодом и международных стандартов публикации пространственных данных, разработанных Открытым геопространственным консорциумом (OGC). Включает электронную карту, связанную с базами данных, средства поиска и модельные комплексы. Благодаря такому подходу пользователь получит доступ ко всей накопленной информации как в классическом табличном виде, так и через электронные слои.

Ключевой особенностью является внедрение в систему нескольких модельных комплексов. К ним, в частности, относятся методики картирования техногенной нарушенности, ранжирования и пространственного деления территории работ на классы ценности. Для их запуска пользователю достаточно будет задать нужную территорию на электронной карте. Система проанализирует все слои, попадающие в заданную область, и выдаст заключение. Данное решение позволит проводить экспресс-анализ территорий и оценку ущерба экологии без привлечения специалистов.

1. Centre Naturopa. «Биоразнообразие: вопросы и ответы». Council of Europe Publishing. F-67075 Strasbourg Cedex, December 1996.
2. Паршин А.В. Геоинформационное обеспечение мониторинга поверхностного слоя вод озера Байкал. Иркутск, 2012.
3. Самотесов Е.Д., Тощева Г.П., Рыбальский Н.Г., Галкин Ю.Ю. Методология и основы организации общественного участия в процессе принятия экологически значимых решений: Учебное пособие. 2001.

ПОЗИЦИОННЫЙ ПРИНЦИП МИНИМУМА ДЛЯ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

С.П. Сорокин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

sorsp@mail.ru

Для невыпуклых задач управления дискретными динамическими системами получено необходимое условие глобальной оптимальности, использующее (в качестве вспомогательных) позиционные управления. Это условие вкладывается в общие позиционные условия оптимальности (для классических и дискретных задач) [1, 2] и базируется на методе опорных мажорант, однако формулируется в конструкциях соответствующего принципа максимума [3]. Отметим, что рассмотрение дискретных задач объясняется не только их самостоятельной важностью, но и их неизбежным появлением при численной реализации алгоритмов решения непрерывных задач управления, требующей дискретизации.

Рассматривается следующая задача дискретного оптимального управления (P):

$$J[u] = l(x_N) \rightarrow \min;$$

$$x_{k+1} = f_k(x_k, u_k), \quad u_k \in U_k, \quad k = \overline{0, N-1}, \quad x_0 = x^0. \quad (1)$$

Здесь $u = \{u_k\}_{k=0}^{N-1}$, $u_k \in R^m$ – управление, $x = x(u) = \{x_k\}_{k=0}^N$, $x_k \in R^n$ – соответствующая траектория; предполагается, что функции $f_k(x, u)$ непрерывны по u и дифференцируемы по x , целевая функция l дифференцируема, множества $U_k \subset R^m$ компактны.

Введем функцию Понтрягина $H_k(x_k, \psi_{k+1}, u_k) = \psi_{k+1} \cdot f_k(x_k, u_k)$ и сопряженную систему с условием трансверсальности

$$\psi_k = \frac{\partial}{\partial x_k} H_k(x_k, \psi_{k+1}, u_k), \quad \psi_N = \frac{\partial}{\partial x_N} l(x_N).$$

Пусть $\bar{u}$ – заданное управление, а $\bar{x} = x(\bar{u}) = \{\bar{x}_k\}_{k=0}^N$ и $\bar{\psi} = \{\bar{\psi}_k\}_{k=0}^N$ – соответствующие решения исходной и сопряженной систем.

Рассмотрим следующее многозначное отображение:

$$U_k(x_k; \bar{x}, \bar{\psi}) = \operatorname{Argmin}_{u \in U_k} \left\{ \left(\bar{\psi}_{k+1} - \frac{\partial}{\partial x} l(\bar{x}_{k+1}) \right) \cdot f_k(x_k, u) + l(f_k(x_k, u)) \right\}$$

и обозначим через V множество всех его селекторов (позиционных управлений), т.е. последовательностей функций $v = \{v_k(x_k)\}_{k=0}^{N-1}$: $v_k(x_k) \in U_k(x_k; \bar{x}, \bar{\psi}) \quad \forall k = \overline{0, N-1}$. Ясно, что каждое позиционное управление v порождает единственную траекторию $x = x(v)$.

Теорема (позиционный принцип минимума). Если управление $\bar{u} = \{\bar{u}_k\}$ глобально оптимально в задаче (P), то выполнено неравенство

$$l(\bar{x}_N) \leq l(x_N(v)) \quad \forall v \in V.$$

1. Дыхта В.А. Вариационные условия оптимальности с позиционными управлениями спуска, усиливающие принцип максимума // Известия Иркутского гос. ун-та. Сер. Математика. 2014. Т. 8. С. 86–103.
2. Сорокин С.П. Позиционные необходимые условия оптимальности и нестандартная двойственность в задачах оптимизации дискретных систем // Автоматика и телемеханика. 2014. № 9. С. 21–30.
3. Иоффе А.Д., Тихомиров В.М. Теория экстремальных задач. М.: Наука, 1974. 481 с.

О РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

А.В. Супруновский

Иркутский государственный университет путей сообщения, Иркутск, Россия

as.irgups@gmail.com

В последнее время при организации процесса управления движением на железнодорожном транспорте стали активно изучаться вопросы внедрения интеллектуальных систем поддержки принятия решений, которые, как предполагается, смогут выполнить часть выделенных операций за оперативного работника [1].

В связи с этим появилась потребность разработать модель взаимодействия структурных подразделений холдинга ОАО РЖД, которая описывает возможные точки взаимодействия разнородных подразделений, связанных общей задачей улучшения перевозочного процесса [2].

В ходе разработки указанной модели авторами были выявлены ключевые критерии и показатели по основным направлениям работы структурных подразделений. В качестве математического аппарата принята теория систем массового обслуживания [3].

Промежуточным итогом исследования явилась разработанная авторами многоуровневая [4] (трехуровневая) вероятностная модель взаимодействия структурных подразделений. Первый уровень описывает внутреннюю структуру работы подразделений в соответствии с технологическими процессами. На этом уровне вводятся первоначальные показатели, требуемые для дальнейших расчетов. Второй уровень модели описывает горизонтальные отношения между выбранными дирекциями. Третий уровень отводится управляющему предприятию, для которого разрабатывается система поддержки принятия решений.

Предполагается, что окончательным итогом работы станет создание конкретного программного продукта, который будет внедрен в ОАО РЖД [5].

1. Солнцев А. Управление движением поездов становится интеллектуальным. РЖД Партнер, 2013. № 10. С. 92–93.
2. Супруновский А.В., Казаков А.Л. Разработка и внедрение Единой информационной системы на железнодорожном транспорте // Материалы Пятой Всерос. научно-практической конф. с международным участием. Иркутск: ИрГУПС, 2014. Т. 1. С. 493–496.
3. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. М.: Наука, 1987.
4. Казаков А.Л., Фу Ф.Г. Применение стохастических моделей с многоуровневой структурой для исследования микрологистических систем на железнодорожном транспорте // Информационные и математические технологии в науке и управлении: Тр. XVI Байкальской всерос. конф. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2011. Т. 2. С. 93–98.
5. Совершенствование технологий перевозочного процесса. Материалы к технико-технологическому совету ВСЖД. Иркутск: ВСЖД, 2014.

ОБ УПРАВЛЯЕМОМ АВТОМОБИЛЬНОМ ТЕРМОСТАТЕ

С.А. Тимошин

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,

Иркутск, Россия

sergey.timoshin@icc.ru

Несмотря на тот факт, что явление гистерезиса и одновременно запаздывание возникают уже при описании весьма упрощенной модели автомобильного термостата, изучению систем с гистерезисом и запаздыванием посвящены в буквальном смысле единицы работ [1–3]. В данных статьях основное внимание уделяется в основном конструктивному нахождению и исследованию свойств некоторых частных решений рассматриваемых эволюционных систем. В настоящей работе исследуются общие вопросы существования и свойства решений следующей управляемой системы, предложенной в [1] и описывающей динамическое поведение термостатов в автомобилях, контролирующих рабочую температуру двигателя:

$$\begin{cases} \dot{\theta}(t) = q_e - q_r \omega(t - \tau) u(t), & t \geq 0, \\ \omega(t) = H_\beta(\theta(t)), & t \geq -\tau, \\ \theta(t) = \theta_0(t), & -\tau \leq t \leq 0, \quad \omega(-\tau) = \omega_0, \\ u(t) \in [u_\alpha, u_\beta], \end{cases}$$

где неизвестные $\theta(t)$ и $\omega(t)$ – это температура охлаждающей жидкости и степень открытия клапана термостата, соответственно, q_e – тепловыделение двигателя, q_r – мощность охлаждения радиатора, θ_0 – начальное значение температуры на интервале $[-\tau, 0]$, ω_0 – начальное значение открытия клапана термостата, τ – запаздывание, $u(t)$ – управление, $[u_\alpha, u_\beta]$ – интервал числовой прямой. H_β – гистерезисный оператор типа обобщенный люфт [4] (the generalized play [5]).

Термо-механическая информация, характеризующая термостат, описывается двумя заданными кривыми f_R и f_L и областью (гистерезиса), заключенной между ними. Гистерезис возникает вследствие того, что открывание клапана термостата, наблюдаемое во время повышения температуры, происходит вдоль кривой f_R , а его закрывание во время снижения температуры – вдоль кривой f_L . Появление запаздывания объясняется временем, затрачиваемым охлаждающей жидкостью для поступления из радиатора в двигатель.

1. Cahlon B., Schmidt D., Shillor M., Zou X. Analysis of thermostat models // Eur. J. Appl. Math. 1997. Vol. 8, № 5. P. 437-455.
2. Kopfova J., Kopf T. Differential equations, hysteresis, and time delay // Z. Angew. Math. Phys. 2002. Vol. 53, № 4. P. 676-691.
3. Logemann H., Ryan E.P., Shvartsman I. A class of differential-delay systems with hysteresis: asymptotic behavior of solutions // Nonlinear Anal. 2008. Vol. 69, № 1. P. 363-391.
4. Красносельский М.А., Покровский А.В. Системы с гистерезисом. М.: Наука, 1983.
5. Visintin A. Differential Models of Hysteresis. Berlin: Springer-Verlag, 1994.

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ ДЛЯ СВЯЗЫВАНИЯ СЕРВИСОВ И РЕЛЯЦИОННЫХ ДАННЫХ¹⁴

Р.К. Федоров

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
fedorov@icc.ru

Реляционные базы данных находят применение повсеместно. Например, для хранения результатов экспериментов, данных мониторинга и т.д. Существует большое количество программных систем, реализующих методы анализа, которые используют реляционные таблицы определенной структуры и семантики в качестве входных и выходных данных. Применение этих программных систем усложняется тем, что данные обычно создаются в других программных системах, не связанных с требуемым анализом. Существует множество различных способов представления информации в виде реляционных таблиц. Так, для представления одной и той же информации возможно использование различного набора полей, типов полей, форматов данных, справочников, единиц измерения и т.д. Соответственно при применении некоторой программной системы для анализа от исследователя требуется приведение реляционных данных под используемый формат. На сегодняшний день активно создаются программные системы в виде сервисов, что позволяет использовать их удаленно через Интернет.

В ИДСТУ СО РАН разработана спецификация, которая определяет название сущности и набор атрибутов. Каждый атрибут в свою очередь характеризуется названием, именем в базе данных, типом данных, единицами измерения (для числовых данных), элементом управления и его свойствами. Спецификации упорядочиваются в виде иерархий и реализуются механизмы наследования и полиморфизма в терминах объектно-ориентированного подхода. Предлагается использовать спецификации структуры реляционных таблиц для определения входных и выходных данных сервисов. Это позволяет

1. создавать таблицы и вводить данные, готовые для применения определенным сервисом анализа реляционных данных;
2. производить поиск данных, подходящих для сервиса;
3. обобщать различные по структуре пользовательские таблицы, содержащие общую спецификацию или унаследованные от нее другие спецификации;
4. создавать WPS-сервисы не к конкретным таблицам, а к спецификациям. И применять к любым таблицам, содержащим данную спецификацию или спецификацию, унаследованную от данной;
5. производить автоматическую конвертацию таблиц под требования сервисов.

¹⁴ Работа поддержана РФФИ 13-05-41105 (РГО_а), программой Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине».

АЛГОРИТМЫ КОМПОНОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ИНФОРМАЦИЮ ИЗ СПЕЦИФИКАЦИЙ¹⁵

Е.С. Фереферов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
fereferov@icc.ru

В работе рассматривается задача автоматического размещения визуальных компонентов пользовательских интерфейсов прикладных программных систем, обеспечивающих доступ к базам данных (БД). Управление размещением компонентов позволяет более эффективно использовать пространство формы, а также автоматически адаптировать пользовательский интерфейс под различные разрешения мониторов.

В большинстве современных языков программирования (например, C#, Delphi) у визуальных компонентов существуют свойства «Выравнивание» и «Якорь», позволяющие задавать правила изменения размещения компонентов при изменении размеров формы, но возможности этого механизма не позволяют контролировать распределение приращения размера между несколькими частями формы. Наиболее гибкий механизм управления размещением компонентов реализован в языке Java [1] в виде менеджеров компоновки (размещения), которые расставляют компоненты в определенном порядке и, как правило, не требуют задания точных координат и размеров компонентов. К недостатком этих менеджеров можно отнести то, что они не учитывают при расстановке метainформацию о данных, отображаемых через элементы интерфейса.

Проблема реализации более точного механизма управления размещением возникла при разработке системы ГеоАРМ [2] – инструментальной системы создания приложений БД на основе спецификаций. Данная инструментальная система на основе спецификаций, содержащих информацию о структуре БД и способах представления данных пользователю, автоматически генерирует формы для доступа к информации из БД.

Разработанные в рамках данной работы менеджеры компоновки получают из спецификаций приложений БД информацию о составе и взаимосвязи полей таблиц БД, а также три возможных размера каждого поля (максимальный, оптимальный и минимальный). Максимальный размер поля соответствует размеру поля таблицы БД, а оптимальный и минимальный вычисляются по определенному для каждого типа поля алгоритму. Расстановка элементов управления на форме происходит по алгоритму, реализуемому выбранным менеджером с использованием вышеописанных размеров и с применением алгоритма оценки веса (важности) элемента управления формы. Менеджер компоует интерфейс так, чтобы пользователю были видны все необходимые данные из таблицы (если это возможно), при этом данные были читабельными.

1. A Visual Guide to Layout Managers. The Java™ Tutorials. URL: <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/layout/visual.html>.
2. Фереферов Е.С., Бычков И.В., Хмельнов А.Е. Технология разработки приложений баз данных на основе декларативных спецификаций // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 5. С. 85–100.

¹⁵ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 14-07-31339 –мол-а.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ НОРМИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЙ¹⁶

Е.А. Финкельштейн, А.Ю. Горнов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия

finkel@icc.ru

В рамках теории управления, в особенности при построении прикладных динамических моделей, возникает и обратная задаче оптимального управления проблема определения размеров управляющих воздействий, при которых система гарантированно не выходит за априорно заданные пределы. Технология решения может быть основана не только на многократном решении последовательности вспомогательных оптимизационных задач, но и на построении аппроксимация множеств достижимости (МД). В работе рассматривается следующая постановка задачи:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= f(x(t), u(t), t), \\ x(t_0) &= x^0, \quad t \in [t_0, T], \\ |u_j(t)| &\leq \omega_j, \quad j = \overline{1, r}.\end{aligned}$$

Требуется найти $\omega \rightarrow \max$, такое, чтобы выполнялись ограничения $\overline{x_i} \leq x_i(t) \leq \underline{x_i}, i = \overline{1, n}$.

Методика решения поставленной задачи заключается в построении набора МД заданной системы для различного параметра ω и ряда временных интервалов $[t_0, t_1]$, где $t_1 \leq T$. Построение МД не только в заданный конечный момент времени T , но и в промежуточных значениях является аппроксимацией интегральной воронки, так как для рассматриваемого класса нелинейных систем, вообще говоря, МД для большего времени не обязательно содержит в себе МД для меньшего времени. Таким образом, решение нелинейной задачи нормирования воздействия будет опираться на построение проекции интегральной воронки, которая в свою очередь в рамках данного подхода состоит из построения аппроксимаций МД. МД строится методом стохастической аппроксимации, поскольку этот метод самый быстрый из методов, обеспечивающих высокую надежность, не требует сложной настройки параметров и легко позволяет рассматривать многомерные системы. Оценка размеров интегральной воронки производится поиском минимального и максимального значения по всем координатам среди точек аппроксимации.

Поиск границ управления, обеспечивающих выполнение фазовых ограничений, использует информацию о расстоянии от заданных границ до границ, найденных на основе аппроксимации МД, и может быть осуществлен одним из локальных алгоритмов одномерного поиска.

В ходе вычислительных экспериментов, проведенных с использованием предложенной методики, был решен ряд тестовых и содержательных задач. Были рассмотрены гладкие нелинейные системы и системы с разрывными правыми частями; подход, опирающийся на стохастическую аппроксимацию МД, хорошо это позволяет. Сделан вывод о том, что задача нормирования управляющих воздействий, безусловно, требующая существенных вычислительных затрат, может быть решена за приемлемое время, а ускорение методов аппроксимации МД в случае более мягких требований к решению ускорит и весь процесс решения задачи.

¹⁶ Работа частично поддержана грантом РФФИ № 14-01-31296_мол_а.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАБАЙКАЛЬЯ

М.А. Хритова

Иркутский национальный исследовательский технический университет,

Иркутск, Россия

hritova@crust.irk.ru

Сейсмический мониторинг – неотъемлемая часть жизнеобеспечения населения регионов с выраженной сейсмической активностью и систем обеспечения безопасности ответственных сооружений, относится к технологиям уменьшения риска опасных природных явлений. Мониторинг включает регистрацию, оперативную обработку и интерпретацию сейсмологических данных с выходом на прогнозные оценки.

Территория Прибайкалья и Забайкалья протяженностью около 1700 км относится к высокосейсмичным регионам России. Ежегодно на рассматриваемой территории регистрируется 8–9 тысяч слабых и сильных землетрясений. Около 90% всех зарегистрированных землетрясений приходится на территорию Байкальской рифтовой зоны [1].

Таким образом, актуальна разработка информационно-аналитических методов для мониторинга землетрясений Прибайкалья и Забайкалья с целью получения оперативной достоверной информации о произошедших сейсмических событиях на территории региона.

В работе представлена разработанная информационно-аналитическая система для мониторинга сейсмичности региона Прибайкалья и Забайкалья.

Предложена оригинальная экономичная технология автоматического сбора первичных материалов наблюдений сети станций в режиме времени, близком к реальному (online), характеризующаяся возможностью передавать фрагменты цифровых записей, содержащие волновые формы землетрясений. Разработан оригинальный алгоритм автоматической обработки цифровых сейсмограмм для определения основных параметров землетрясений по набору записей трехкомпонентных сейсмостанций региональной сети, отличающийся использованием 2-х прямых сейсмических волн (Pg – продольной и Sg – поперечной) [2].

В результате внедрения в Байкальском филиале Геофизической службы СО РАН разработанных компонентов информационно-аналитической системы удалось сократить время определения основных параметров землетрясений с 60–90 минут до 3–7 минут (в 13–20 раз) и исключить ошибки определения параметров, связанные с человеческим фактором.

В работе также предложен новый подход к построению информационной инфраструктуры для информационно-аналитического обеспечения деятельности Геофизической службы, отличающийся возможностью комплексно решать вопросы сбора, хранения и анализа информации по сейсмологической тематике [3].

1. Масальский О.К., Гилева Н.А. Прибайкалье и Забайкалье // Землетрясения России в 2010 году. Обнинск: ГС РАН. 2012. С. 32–36.
2. Хритова М.А., Гилева Н.А. Информационная система мониторинга сейсмичности Прибайкалья в режиме реального времени // Геоинформатика. 2013. № 3. С. 8–20.
3. Бахвалов С.В., Хритова М.А. Концепция информационной инфраструктуры Геофизической службы // Вестник ИрГТУ. 2013. № 2 (73). С. 21–25.

CRL: ЯЗЫК ПРАВИЛ АНАЛИЗА И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТАБЛИЦ¹⁷

А.О. Шигаров

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН,
Иркутск, Россия
shigarov@icc.ru

В докладе рассматривается язык правил анализа и интерпретации таблиц CRL, основанный на подходе, предложенном в работах [1, 2]. Язык ориентирован на обработку произвольных таблиц, которые не имеют предопределенной формальной модели данных (например, реляционной), но при этом включают машиночитаемую информацию о позициях, стилях и содержании их ячеек (например, Excel или HTML таблицы).

Описанные на этом языке правила являются продукционными. Их левые части определяют выборки ячеек, меток (атрибутов), вхождений (значений) и категорий (измерений) с настраиваемыми ограничениями. Правые части могут описывать следующие операции: разделение, объединение, изменение текстового содержания и маркировка ячеек; создание меток и вхождений; категоризация и группирование меток; ассоциирование родительских и дочерних меток; ассоциирование вхождений с метками. Предполагается, что набор правил, записанных на языке CRL, позволяет восстановить отсутствующую изначально в таблице семантическую информацию (отношения типа вхождение-метка, метка-метка, метка-категория), используя для этого имеющуюся в таблице пространственную, стилевую и содержательную информацию.

Предлагаемый язык полностью совместим с языком выражений MVEL (<http://mvel.codehaus.org>). Правила, записанные на языке CRL, могут транслироваться в MVEL представление и выполняться в системе исполнения правил Drools (<http://www.drools.org>). В то же время по сравнению с MVEL язык CRL позволяет упростить разработку и уменьшить количество кода правил анализа и интерпретации таблиц.

1. Shigarov A. Table understanding using a rule engine // Expert Systems with Applications. 2015. Vol. 42, № 2. P. 929-937.
2. Шигаров А.О. Восстановление логической структуры таблиц из неструктурированных текстов на основе логического вывода // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19, № 1. С. 87-99.

¹⁷ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 15-37-20042 и Совета по грантам Президента РФ, стипендия СП-3387.2013.5.

АСИНХРОННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ WPS-СЕРВИСОВ¹⁸

А.С. Шумилов

Институт динамики систем и теории управления СО РАН имени В.С. Матросова,
Иркутск, Россия

alexshumilov@yahoo.com

В современном мире постоянно растет поток информации, производимой и обрабатываемой различными службами и сервисами. Существует большое количество вычислительных сервисов, предоставляемых посредством стандарта Web Processing Service [1] через сеть Интернет.

В рамках проекта Геопортал ИДСТУ СО РАН была реализована возможность создания и запуска сценариев выполнения распределенных WPS-сервисов в виде программ на языке программирования JavaScript [2]. При условии последовательного выполнения команд сценария и возможности долговременного выполнения сервисов в соответствии со стандартом WPS возникает задача уменьшения времени работы сценариев WPS-сервисов.

Основной мерой по ускорению работы сценариев является одновременное выполнение независимых по данным сервисов. Независимость по данным определяется тем, имеет ли сервис в качестве входных данных результат работы другого сервиса, т.е. может ли сервис начать свою работу. Перед выполнением сервис проверяет, есть ли результаты работы других сервисов среди входных параметров, и если они присутствуют и еще не готовы, ожидает их заполнения.

По мере выполнения сценария строится граф управления в неявном виде. При вызове WPS-сервиса в коде сценария в граф добавляется вершина, соответствующая вызываемому сервису, ребра создаются автоматически на основе анализа входных и результирующих параметров сервиса. В то время как анализ графа выполнения программы, написанной на высокоуровневом языке программирования JavaScript, довольно затруднителен [3], анализ передаваемых структур между сервисами позволяет определять отношения между выполняемыми сервисами.

В силу того, что команды в JavaScript-сценарии выполняются последовательно, выполняемые сервисы необходимо вызывать в асинхронном, не блокирующем сценарий режиме. Асинхронность запуска сервисов реализуется с помощью выделения отдельной нити исполнения, запускающей ожидающие запуска WPS-сервисы.

Реализованные меры позволили ускорить выполнение сценариев благодаря разбиению потока выполнения на несколько нитей, построения неявного графа управления, а также использованию асинхронных запросов к удаленным WPS-сервисам.

1. OGC 05-007r7, OpenGIS® Web Processing Service / редактор: Peter Schut [Open Geospatial Consortium, Inc., 2007]. URL: <http://www.opengeospatial.org/standards/wps> (дата обращения: 19.03.2015).
2. Федоров Р.К., Шумилов А.С. WPS-сервисы пространственного анализа состояния окружающей среды и природных ресурсов // Сб. избранных научных статей «Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем». М., 2014. Т. II. С. 66-75.
3. Сидоров И.А., Поздняк Е.И. Методы и языковые средства описания взаимосвязанных задач в распределенных пакетах прикладных программ // Междунар. научн. конф. «Параллельные вычислительные технологии 2012», Новосибирск, 26–30 марта 2012 г.

¹⁸ Работа поддержана РФФИ 13-07-12080 (офи_м), программой Президиума РАН «Фундаментальные проблемы математического моделирования».

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Altangerel L. Gap functions for variational inequalities based on conjugate duality	3
Altangerel L. Weak sharp minima in optimization problems and variational inequalities	4
Erdenechimeg G. The issues that face during the development of e-testing program, its' prospectives and some results of survey and experiment of it	5
Tseveendorj I. Use of spherical sets for nonconvex optimization	11
Uuganbayar B., Oyunbileg D. The fractional discrete model with one dimension	12
Авраменко Ю.В. Формализм представления набора знаний об объектах в логико-синтаксическом методе распознавания	15
Андрианов А.Н., Аникин А.С., Горнов А.Ю. Параллельная GPU-реализация метода сопряженных градиентов Флетчера-Ривса для задачи PageRank	16
Апанович Д.В., Воронов В.А. Численная аппроксимация неодносвязного множества достижимости нелинейной импульсной управляемой системы	17
Бауэр А.А. Определение частотного состава геологической модели на основе спектра реакции грунта	18
Белых П.В., Парамонов В.В., Федоров Р.К. Сервисы очистки данных для формирования интегрированного информационного пространства	19
Бодякин Е.В. ГИС технологии как основной инструмент проведения сейсмического микрорайонирования геоплощадок	20
Ботороева М.Н. О линейных неклассических интегро-алгебраических уравнениях и их численном решении	21
Будникова О.С. Блочные методы для решения линейных интегро-алгебраических уравнений	22
Бычков И.В., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Богданова В.Г., Горский С.А., Пашинин А.А. Технология мультиагентного управления вычислениями в разнородной проблемно-ориентированной кластерной GRID	23
Ветров А.А. Создание и наполнение источника данных для интегрированного OLAP анализа	24
Ганчимэг Г. Обработка монгольской текстовой информации	25
Гатилов С.Ю. Поиск пересечения кривых и поверхностей в трехмерном пространстве при помощи метода трассировки	32

Гаченко А.С., Михайлов А.А., Хмельнов А.Е. Создание инвестиционных ресурсов на основе WEB-решений	33
Герасимов А.В. Визуализация рельефа, заданного текстурой, с использованием технологии WebGL	34
Гиниятуллина О.Л. Выделение природных объектов на космоснимке алгоритмом построения дерева решений	35
Гончаров А.Л., Гиниятуллина О.Л., Харлампенков И.Е. Информационная система мониторинга загрязнений от транспортировки угля	36
Гончарова Е.В., Старицын М.В. Оптимальное управление гибридными системами с полиномиальными импульсами	37
Горский С.А. Архитектура и ключевые алгоритмы функционирования инструментального комплекса построения сверхмасштабируемых пакетов прикладных программ	38
Дмитриев М.Г., Горнов А.Ю., Зароднюк Т.С., Аникин А.С., Е.А. Финкельштейн А.С. Опыт численного исследования нелинейных сингулярно возмущенных задач оптимального управления	39
Дородных Н.О., Юрин А.Ю. Концепция облачного сервиса для поддержки процесса создания продукционных баз знаний	40
Дудакова А.В. Формирование новых международных транспортных коридоров и роль идентификационного кодирования, основанного на систематике	41
Дядькин Ю.А. Прототип инструментального средства спецификации модели разнородной распределенной вычислительной среды	42
Дятлов А.П. Фазовые диаграммы в задачах оценки состояния по электроэнцефалограммам	43
Жарков М.Л. К вопросу о построении математической модели логистического терминала	44
Жуков А.В., Модонов Г.М. Сжатие изображений с использованием межцветовой корреляции	45
Заикин О.С., Петров П.С. Использование вычислительного кластера для восстановления профиля скорости звука в акустическом волноводе мелкого моря по данным модовой дисперсии	46
Зеленчук А.М. Фактографическая система для интеграции данных о теплофизических свойствах веществ	47
Казаков А.Л., Лемперт А.А., Нгуен Л.Г. Построение оптимальных упаковок для компактных множеств в неевклидовой метрике	48

Казаков А.Л., Орлов Св.С. О некоторых точных решениях нелинейного уравнения теплопроводности в случаях цилиндрической и сферической симметрии	49
Кихтенко В.А. Виртуальная интеграция спутниковых снимков в реляционной базе данных	50
Коршунов С.А. Визуализация результатов агентного моделирования на основе онтологического описания предметной области	51
Кудря Н.О. Волны - убийцы: обработка и анализ данных наблюдений	52
Кузаков А.С., Зимин М.Д. Стохастическое моделирование структуры и свойств аморфных материалов	53
Кузнецова А.И., Упырь Р.Ю. Математическое моделирование структурных параметров устройств для закрепления грузов	54
Курако М.А. Вычислительная технология обработки данных мониторинга природных геообъектов	55
Курако М.А., Быков А.А. Восстановление данных об источнике цунами на основе данных гидрофизического мониторинга	56
Малтугуева Г.С. Применение теории мультимножеств в процедурах голосования	57
Малтугуева Г.С., Юрин А.Ю. Принятие решений в корпоративной информационной системе «1С: предприятие»	58
Малтугуева Н.С. Об одном методе численного решения задачи оптимального управления для непрерывно-дискретных систем	59
Михайлов А.А. Визуализация управляющего графа	60
Орлов А.В., Батбилег С. О применении аппарата полиматричных игр для моделирования конкуренции в банковском секторе Монголии	61
Ощепков А.Ю., Гиниятуллина О.Л., Харлампенков И.Е. HADOOP для организации высокопроизводительных вычислений в среде MAPREDUCE	62
Павлов А.И., Столбов А.Б. Разработка экспертной системы для поддержки проектирования агентных имитационных моделей	63
Петренко П.С. Управляемость систем дифференциально-алгебраических уравнений в классе функций Чебышева	64
Погодаев Н.И. Численное решение задачи оптимального управления для уравнения неразрывности	65
Потапов В.П., Миков Л.С. Применение технологии SBAS для определения деформаций земной поверхности (на примере Кузбасса)	66
Потапов В.П., Счастливец Е.Л. Геопортал как инструмент контроля и оценки негативного воздействия на биоразнообразие	67

Прокопенко Е.С. Проблемы преобразования устаревших форматов баз данных	68
Сидоренко П.В., Гиниятуллина О.Л., Харлампенков И.Е. Распределенная система обработки и анализа пространственных данных с учетом биоразнообразия для горнопромышленного региона	69
Сорокин С.П. Позиционный принцип минимума для задач дискретного оптимального управления	70
Супруновский А.В. О разработке системы поддержки принятия решений на железнодорожном транспорте на основе моделей массового обслуживания	71
Тимошин С.А. Об управляемом автомобильном термостате	72
Федоров Р.К. Применение структурных спецификаций для связывания сервисов и реляционных данных	73
Фереферов Е.С. Алгоритмы компоновки элементов пользовательского интерфейса, использующие информацию из спецификаций	74
Финкельштейн Е.А., Горнов А.Ю. Методика исследования нелинейных задач нормирования воздействий	75
Хритова М.А. Информационно-аналитическая система для мониторинга землетрясений Прибайкалья и Забайкалья	76
Шигаров А.О. CRL: язык правил анализа и интерпретации таблиц	77
Шумилов А.С. Асинхронное выполнение сценариев WPS-сервисов	78

Научно-организационный отдел
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института динамики систем и теории управления
имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
664033, Иркутск, ул. Лермонтова, д. 134
E-mail: rio@icc.ru
Подписано к печати 15.06.2015 г.
Формат бумаги 60×84 1/16, объем 4,75 п.л.
Заказ 5. Тираж 100 экз.

Отпечатано в ИДСТУ СО РАН