თბილისის უნივერსიტეტის შრომები
ТРУДЫ ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
PROCEEDINGS OF TBILISI UNIVERSITY
294

ISSN 0376-2637

კიბერნეტიკა, გამოყენებითი მათემატიკა

КИБЕРНЕТИКА, ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

CYBERNETICS, APPLIED MATHEMATICS

11

თბილისი Тбилиси Tbilisi

1989

Издательство Тбилисского университета

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა

TBILISI UNIVERSITY PRESS

თბილისის უნივერსიტეტის შრომები

PROCEEDINGS OF TBILISI UNIVERSITY

ტ. 294 v.

კიბერნეტიკა

გამოყენებითი მათემატიკა

CYBERNETICS

APPLIED MATHEMATICS

თბილისი 1989 Tbilisi

ТРУДЫ ТБИЛИССКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Т. 294

КИБЕРНЕТИКА
ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Тбилиси 1989

Редактор издательства Л.Абуашвили

Подписано в печать 29.12.89
УЭ 01826 Бумага 60x84
Усл.печ.л. 6,75 Уч.-изд.л. 4,25
Тираж 300 Заказ 479 Цена 85 коп.
Издательство Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И.Чавчавадзе, 14
თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
თბილისი, 380028, ი.ჭავჭავაძის პრ., 14.

Типография Тбилисского университета,
380028, Тбилиси, пр. И.Чавчавадзе, 1.
თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა, 380028,
თბილისი, ი.ჭავჭავაძის პროსპექტი, 1.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

АНАЛИЗ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО ПОВЕДЕНИЯ МАРКОВСКИХ АВТОМАТОВ ПРИ ТРЕХ ТИПАХ РЕАКЦИЙ СЛУЧАЙНОЙ СРЕДЫ

Г.Н.Церцвадзе, Т.Д.Хведелидзе

Работа посвящена анализу целесообразного поведения стохастических автоматов марковского типа при трех типах реакций стационарной случайной среды.

Конечный стохастический автомат Мура /1,2/ формально определяется как система

$$\mathcal{M}_K^{(m)} = \langle S, \mathcal{L}^{(m)}, F_K; A(S), \mu(f/S) \rangle , \tag{1}$$

где $S=\{s_1, s_2, \dots, s_K\}$ — конечное множество входных сигналов, $F_K=\{f_1, f_2, \dots, f_K\}$ — конечное множество выходных сигналов (действий), $\mathcal{L}=\{\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_m\}$ — конечное множество состояний, $A(S)=(a_{ij}(S))$ — функция переходов, задаваемая семейством конечномерных стохастических матриц вероятностей переходов

$$a_{ij}(S)=\mathcal{P}(\varphi(t+1)=\varphi_j / \varphi(t)=\varphi_i,\ s(t+1)=S),$$

а

$$\mu(f/\varphi)=\mathcal{P}(f(t)=f/\varphi(t)=\varphi)$$

(условное вероятностное распределение на F_K) — функция выходов, задающая вероятностное отображение $\mathcal{L} \to F_K$

В частности, конечный стохастический автомат Мура называется марковским автоматом (с детерминированной функцией выходов), если условное вероятностное распределение $\mu(f/\varphi)$ вырождено, т.е. $\mu(f/\varphi)$ принимает только значения 0 или I. Следовательно, существует такая функция $\Phi(\varphi)$, что

$$\mu(f/\varphi) = \begin{cases} \text{I, если } f = \Phi(\varphi), \\ \text{0 в противном случае} \end{cases} \qquad (2)$$

В дальнейшем мы будем рассматривать марковские автоматы, способные воспринимать из внешней среды три типа входных сигналов $- s=+1, s=-1, s=0 -$ и дополнительно предполагать, что в силу (2) множество состояний $\mathcal{X}^{(m)}$ можно представить как объединение непересекающихся подмножеств $\mathcal{X}_i^{(m)}$ таких, что всем состояниям из $\mathcal{X}_i^{(m)}$ отвечает один и тот же выходной сигнал f_i, т.е. $\mu(f_i/\varphi)=0$ для $\varphi \bar{\in} \mathcal{X}_i^{(m)}$, $\mu(f_i/\varphi)=1$ для $\varphi = \mathcal{X}_i^{(m)}$ $(i=1,2,\ldots,k)$.

Итак, рассматриваются марковские автоматы

$$\mathfrak{M}_k^{(m)} = \langle S, \mathcal{X}^{(m)} F_k ; A(s), \mu(f/\varphi) \rangle ,$$

где $S=\{+1,-1,0\}$, $F_k=\{f_1,f_2,\ldots,f_k\}$, $A(s)$ – функция переходов, задаваемая при каждом m тремя стохастическими матрицами $A(+1)$, $A(-1)$, $A(0)$ вероятностей переходов, и $\mu(f/\varphi)$ – детерминированная функция выходов, определенная выше. Следуя /2/, сопоставим марковскому автомату $\mathfrak{M}_k^{(m)}$ подавтоматы

$$\mathfrak{M}_i^{(m)} = \langle S, \mathcal{X}_i^{(m)}, f_i ; A^{(i)}(s) \rangle , \quad i=1,2,\ldots,k ,$$

с единственным выходным сигналом f_i и функцией переходов $A^{(i)}(s)$, индуцированной на подмножестве $\mathcal{X}_i^{(m)}$ функцией переходов $A(s)$.

Сделаем следующие предложения о структуре рассматриваемых марковских автоматов $\mathcal{M}_k^{(m)}$.

1. Функция переходов $A(s)$ при каждом s задается симметрическими матрицами $A(-1), A(+1), A(0)$, причем дополнительно предполагается, что при $s=+1$ и $s=0$ матрица $A(s)$ - клеточно диагональная. В этом случае на главной диагонали матрицы $A(s)$ стоят квадратные подматрицы $A^{(1)}(s), A^{(2)}(s), \ldots, A^{(k)}(s)$, а все элементы вне этой цепочки подматриц равны нулю. Таким образом,

$$\begin{cases} A^T(s)=A(s) \quad \text{при } s=+1,-1,0, \\ A(s)=diag\{A^{(1)}(s), A^{(2)}(s), \ldots A^{(k)}(s)\} \quad \text{при } s=+1,0 \end{cases} \tag{3}$$

Здесь $A^T(s)$ -матрица, транспонированная по отношению к $A(s)$.

2. Из любого подмножества состояний $\mathcal{L}_i^{(m)}$ возможен переход в любое другое подмножество состояний.

3. Все подавтоматы $\mathcal{M}_{k,1}^{(m)}, \mathcal{M}_{k,2}^{(m)}, \ldots, \mathcal{M}_{k,k}^{(m)}$ автомата $\mathcal{M}_k^{(m)}$ изоморфны, т.е. отличаются лишь обозначением состояний. Отсюда следует, что подмножества $\mathcal{L}_i^{(m)}$ содержат одинаковое число элементов. Обозначим его n и будем называть это число емкостью памяти автомата. Тогда, как легко видеть, $m=kn$.

4. Каждый подавтомат $\mathcal{M}_{k,i}^{(m)}$ сильно связан в том смысле, что под действием надлежащей последовательности входных сигналов длиной, не превосходящей n, вероятность перехода из любого состояния подавтомата в любое другое положительна.

Сформулируем теперь задачу о поведении марковского автомата $\mathcal{M}_k^{(m)}$ в стационарной случайной среде в предположении того, что на вход автомата поступает сигнал $s(t)$ в дискретные моменты времени $t=1,2,\ldots$

Мы будем говорить, что автомат $\mathfrak{M}_{\kappa}^{(m)}$ функционирует в стационарной случайной среде $C = C(a_1, \gamma_1; a_2, \gamma_2; \ldots a_\kappa, \gamma_\kappa)$, если его действие f_i, произведенное в момент времени t, влечет появление на входе автомата в момент $t+1$ значение сигнала $S=+1$ (выигрыш, нештраф) с вероятностью $q_i = \frac{1+a_i-\gamma_i}{2}$, значение сигнала $S=-1$ (проигрыш, штраф) с вероятностью $p_i = \frac{1-a_i-\gamma_i}{2}$ и значение сигнала $S=0$ (безразличие) с вероятностью $\gamma_i = 1-p_i-q_i$ $(i=1,2,\ldots,\kappa)$. Здесь величина $a_i = q_i - p_i$ $(|a_i|<1)$ имеет смысл среднего выигрыша за действие f_i в среде C.

Если в момент времени t автомат $\mathfrak{M}_{\kappa}^{(m)}$ находился в состоянии $\varphi_i \in \mathcal{L}^{(m)}$, которому соответствует действие f_ℓ, то вероятность π_{ij} перехода в состояние φ_j в момент $t+1$ определяется формулой

$$\pi_{ij} = p_\ell a_{ij}(S=-1) + q_\ell a_{ij}(S=+1) + \gamma_\ell a_{ij}(S=0), \tag{4}$$

$$\sum_j \pi_{ij} = p_\ell + q_\ell + \gamma_\ell = 1,$$

или в матричном виде

$$\Pi = P\,A(-1) + Q\,A(+1) + (I-P-Q)\,A(0), \tag{5}$$

где положено $P = diag\{p_1 I_n, p_2 I_n, \ldots, p_\kappa I_n\}$,

$$Q = diag\{q_1 I_n, q_2 I_n, \ldots, q_\kappa I_n\},$$

I – единичная матрица порядка $\kappa n \times \kappa n$,

I_n – единичная матрица порядка $n \times n$.

Следовательно, матрица $\Pi = (\pi_{ij})$ – стохастическая и поведение марковского автомата $\mathfrak{M}_{\kappa}^{(m)}$ в стационарной случайной среде C описывается конечной однородной цепью Маркова, состоящей из $m = \kappa n$ состояний.

Из высказанных допущений относительно структуры автомата $\mathcal{M}_K^{(m)}$ следует важное заключение о том, что возможность существования периодических состояний в этой цепи исключается и, следовательно, эта цепь эргодическая. Тогда существуют предельные (финальные) при $t \to \infty$ вероятности $\mathcal{R}_j$ состояний φ_j автомата в данной среде C, с помощью которых предельный средний выигрыш $\mathcal{M}(\mathcal{M}_K^{(m)}; C)$ для автомата $\mathcal{M}_K^{(m)}$ в среде C выражается формулой

$$\mathcal{M}(\mathcal{M}_K^{(m)}; C) = \sum_{i=1}^{K} a_i \sigma_i , \tag{6}$$

где $\sigma_i = \sum_j \mathcal{R}_j \mu(f_i / \varphi_j)$ - предельная вероятность действия f_i, а a_i - средний выигрыш за действие f_i.

Целесообразность поведения автомата в среде C заключается в увеличении предельного среднего выигрыша $\mathcal{M}$. Следуя /3/, будем говорить, что автомат $\mathcal{M}_K^{(m)}$ обладает в среде C статистически целесообразным поведением, если

$$\mathcal{M}(\mathcal{M}_K^{(m)}; C) > \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} a_i . \tag{7}$$

Как только устанавливается существование предельного распределения $\{\mathcal{R}_j\}$ $(j=1,2,\ldots,Kn)$ цепи Маркова (4), ассоциированного с функционированием автомата $\mathcal{M}_K^{(m)}$ в стационарной случайной среде C, непосредственной задачей становится его вычисление. Если определить положительный вектор $\mathcal{R} = (\mathcal{R}_1, \mathcal{R}_2, \ldots, \mathcal{R}_{Kn})$ размерности $1 \times Kn$ так, что $\sum_j \mathcal{R}_j = 1$, то предельная структура должна удовлетворять соотношению

$$\mathcal{R}\Pi = \mathcal{R}, \tag{8}$$

где матрица $\Pi = (\mathcal{R}_{ij})$ определяется из (5).

Принимая во внимание невырожденность матрицы P из (5), решение $\mathfrak{N}$ уравнения (8) будем искать в виде

$$\mathfrak{N} = \ell \cdot P^{-1}, \tag{9}$$

где ℓ – вектор-строка размерности $1 \times kn$, все компоненты которого равны ℓ_0. Определение ℓ_0 будет дано позднее.

Подставляя это выражение для $\mathfrak{N}$ в (8) и произведя умножение справа на P, мы получим

$$\ell[\mathcal{A}(-1)P + P^{-1}Q\mathcal{A}(+1)P + P^{-1}(I-P-Q)\mathcal{A}(0)P] = \ell. \tag{10}$$

Но из условия (3) для матриц $\mathcal{A}(+1)$ и $\mathcal{A}(0)$ мы имеем

$$P^{-1}Q\mathcal{A}(+1)P = \mathcal{A}(+1)Q,$$

$$P^{-1}(I-P-Q)\mathcal{A}(0)P = \mathcal{A}(0)(I-P-Q).$$

Пользуясь этими равенствами в (10) и вспоминая симметричность матриц $\mathcal{A}(s)$, $s=+1,-1,0$, мы убеждаемся, что (9) действительно является решением уравнения (8), т.е.

$$\ell \cdot \Pi^T = \ell,$$

где Π^T – матрица, транспонированная по отношению к Π.

Постоянная ℓ_0 в решении (9) определяется из условия нормировки $\sum_j \mathfrak{N}_j = 1$ в следующем виде:

$$\ell_0 = \frac{1}{\sum_{\alpha=1}^{k} \frac{n}{P_\alpha}}. \tag{11}$$

Таким образом, на основании (9) и (11) предельное распределение $\{\mathfrak{N}_j\}$ $(j=1,2,\ldots,kn)$ может быть представлено в виде

$$\mathfrak{N}_j = \frac{\frac{1}{P_i}}{\sum_{\alpha=1}^{k} \frac{n}{P_\alpha}} \quad \forall \mathcal{S}_j \in \mathcal{L}_i^{(m)} \quad (i=1,2,\ldots,k). \tag{12}$$

Теперь легко вычислить предельную вероятность σ_i действия f_i :

$$\sigma_i = \frac{\frac{1}{P_i}}{\sum_{\alpha=1}^{K} \frac{1}{P_\alpha}}, \quad i=1,2,\dots,K. \tag{I3}$$

Подставляя это значение σ_i в формулу (6), окончательно получим

$$M(\mathcal{M}_K^{(m)}; C) = \frac{\sum_{i=1}^{K} \frac{a_i}{P_i}}{\sum_{i=1}^{K} \frac{1}{P_i}}. \tag{I4}$$

Теперь исследуем вопрос о целесообразности поведения автомата $\mathcal{M}_K^{(m)}$ в стационарной случайной среде C , т.е.найдем условие, при котором выполняется неравенство

$$\frac{\sum_{i=1}^{K} \frac{a_i}{P_i}}{\sum_{i=1}^{K} \frac{1}{P_i}} > \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} a_i, \quad a_i = q_i - P_i. \tag{I5}$$

После преобразований неравенство (I5) можно привести к виду

$$\frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} P_i - \frac{1}{\frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} \frac{1}{P_i}} > \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{K} q_i - \frac{\sum_{i=1}^{K} \frac{q_i}{P_i}}{\sum_{i=1}^{K} \frac{1}{P_i}} \tag{I6}$$

Следует заметить, что левая часть этого неравенства положительна, так как среднее арифметическое неотрицательных чисел больше среднего гармонического.

Рассмотрим условие, при котором отношение вероятности выигрыша к вероятности проигрыша в действии есть постоянная величина, не зависящая от номера действия, т.е.

$$\frac{q_i}{P_i} = \alpha, \quad i=1,2,\dots,K. \tag{I7}$$

С учетом (I7) неравенство (I6) примет вид

$$(1-\alpha)\left(\frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K} p_i - \frac{1}{\frac{1}{K}\sum_{i=1}^{K}\frac{1}{p_i}}\right) > 0$$

и, следовательно, $\alpha < 1$.

Таким образом, автомат $\mathcal{M}_K^{(m)}$ обладает целесообразным поведением в стационарной случайной среде C, если $\frac{q_i}{p_i} = \alpha < 1$ для всех $i = 1, 2, \ldots, K$.

Аналогичным образом можно показать, что если стационарная случайная среда C такова, что

$$\frac{r_i}{p_i} = \gamma, \quad i = 1, 2, \ldots, K, \tag{I8}$$

то неравенство (I6) выполняется для всех $\gamma \geq 0$ и, следовательно, автомат $\mathcal{M}_K^{(m)}$ обладает целесообразным поведением.

Случаи $r_i = r$ и $q_i = q$ для всех $i = 1, 2, \ldots, K$ сводятся к перенормировке величин p_i, q_i и p_i, r_i соответственно и поэтому малоинтересны. Для этих случаев неравенство (I6) выполняется и, следовательно, автомат $\mathcal{M}_K^{(m)}$ ведет себя целесообразно в среде C.

Итогом наших рассуждений является следующая теорема:

Теорема. Марковский автомат $\mathcal{M}_K^{(m)}$ обладает статистически целесообразным поведением в стационарной случайной среде C в случаях выполнения условий (I7), (I8), и при этом его предельный средний выигрыш выражается формулой (I4).

В заключение отметим, что результаты анализа целесообразного поведения стохастических автоматов марковского типа при двух типах реакций стационарной случайной среды приведены в /4/.

Поступила 10.XI.1988

Проблемная лаборатория физической кибернетики

Литература

1. Р.Г.Бухараев. Основы теории вероятностных автоматов. М., "Наука", 1985.
2. В.Г.Срагович. Теория адаптивных систем. М.,"Наука", 1976.
3. М.Л.Цетлин. Исследование по теории автоматов и моделирование биологических систем. М.,"Наука", 1969.
4. Н.П.Канделаки, Г.Н.Церцвадзе. Автоматика и телемеханика, № 6, 1966.

ცერცვაძე, თ.ხვედელიძე

მარკოვის ავტომატების მიზანშეწონილი ქცევის ანალიზი შემთხვევითი გარემოს სამი სახის რეაქციის დროს

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია მარკოვის ტიპის სტოქასტური ავტომატების მიზანშეწონილი ქცევის საკითხები სტაციონარულ შემთხვევით გარემოში.

Tsertsvadze, T.Khvedelidze

ANALYSIS OF THE PURPOSEFUL BEHAVIOUR OF MARKOV AUTOMATA IN THREE TYPES OF REACTION OF A RANDOM MEDIUM

Summary

Some problems of the purposeful behaviour of Markov type stochastic mata in stationary random medium are considered.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

ინფორმაციის შეკუმშვის მატრიცული მეთოდის გამოყენებისათვის ერთი ახალი მიდგომის შესახებ

ნ. ჯიქია

განხილულია შეკუმშვის მატრიცული მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა ნებისმიერი წონის ფუძე ვექტორის შემთხვევაში.

ცნობილია, რომ აღნიშნული მეთოდის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს კვადრატული მატრიცა A_n, რომლის ელემენტები /სტრიქონები/ არიან გალუას $GF(2)$ ველზე განსაზღვრული, n-განზომილებიანი V_n სივრცის ვექტორები, წარმოვადგინოთ ამ სივრცის ორი ვექტორის v_0 და S'-ის საშუალებით, სადაც v_0 - საწყისი ფუძე ვექტორია, რომელზეც აგებულია A_n მატრიცა, S' კი - ორბიტის ვექტორი /1/.

მეთოდის სპეციფიკა ისაა, რომ ორბიტის ვექტორი S', რომელიც ცალსახად ასახავს A_n მატრიცის ელემენტებს, მიიღება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა საწყისი v_0 ფუძე ვექტორის წონა ლუწია /2/.

ამასთან S'-ის მისაღებად განსაზღვრულია S_n ჯამური ვექტორის წონა, ხოლო S'-ის დამოკიდებულება v_0 და S_n-თან გამოისახება ფორმულით:

$$S' = \begin{cases} S_n, & \text{როცა } \omega(S_n) \text{ ლუწია} \\ S_n + v_0, & \text{როცა } \omega(S_n) \text{ კენტია } (\mathrm{mod}\ 2) \end{cases} \qquad (1)$$

შევნიშნოთ, რომ S' ვექტორში ერთიანების ინდექსები /პოზიციის ნომრები/ მიუთითებენ A_n მატრიცის ელემენტების /სტრიქონების/ ნომრებს.

<u>მაგალითი 1</u>. ვთქვათ $n=5$ და $v_0=01010$, ე.ი. $\omega(v_0)=2$ - ლუწია. მაშინ:

$$A_n=v_0+I_n=\begin{pmatrix}01011\\01000\\01110\\00010\\11010\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}v_1\\v_2\\v_3\\v_4\\v_5\end{pmatrix}$$

სადაც I_n ერთეულოვანი კვადრატული მატრიცაა.

ვთქვათ, $S_n = v_1 + v_4 + v_5 = 01011 + 00010 + 11010 = 10011 \pmod 2$, ე.ი. $\omega(S_n)=3$ - კენტია, (1) ფორმულით გვექნება:

$$S'=S_n+v_0 = 10011 + 01010 = 11001 \pmod 2,$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ შეკუმშვაში მონაწილეობდა A_n მატრიცის ელემენტები v_1, v_4 და v_5.

იმ შემთხვევაში, როცა საწყისი v_0 ფუძე ვექტორის წონა კენტია, (1) ფორმულით მიღებული S' აღდგენის ვექტორი ვერ უზრუნველყოფს A_n მატრიცის ელემენტების ცალსახად აღდგენას, რაც უნდა ჩაითვალოს ამ მეთოდის ნაკლად.

<u>მაგალითი 2</u>. ვთქვათ $n=5$ და $v_0=00111$, ე.ი. $\omega(v_0)=3$ - კენტია. მაშინ:

$$A_n=\begin{pmatrix}00110\\00101\\00011\\01111\\10111\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}v_1\\v_2\\v_3\\v_4\\v_5\end{pmatrix}$$

ამ შემთხვევაში, v_i $(i=1\div5)$ ვექტორების ნებისმიერი წრფივი კომბინაციისათვის, S_n ჯამური ვექტორის წონა ლუწია, რის გამოც ის აღარ იქნება გამოსაყენებელი (1) ფორმულით აღ-

დგენის S' ვექტორის მისაღებად.

მართლაც, ვთქვათ: 1) $S_n = v_1+v_3+v_4 = 00110+00011+$ $+01111=01010$. 2) $S_n = v_2+v_3+v_4+v_5 = 00101+00011+01111+$ $+10111=11110 \pmod 2$.

ორივე შემთხვევაში $\omega(S_n)$ ლუწია, ამიტომ (1) ფორმულით მივიღებთ: 1/ $S' = 01010$ და 2/ $S' = 11110$. როგორც ვხედავთ, S'-ის მეორე მნიშვნელობა დამაკმაყოფილებელია, პირველი კი არა, რადგან $S' = 01010$ მიუთითებს, რომ შეკუმშვაში მონაწილეობდა A_n მატრიცის ელემენტები v_2 და v_4, რაც არ შეესაბამება სინამდვილეს. მივიღებთ, რომ კენტი წონის სვეტის v_0 ტიპის ვექტორის შემთხვევაში (1) ფორმულით მიღებული S' ვექტორი საზოგადოდ არ გვაძლევს სწორი აღდგენის საშუალებას.

აღნიშნულის თავიდან აცილების მიზნით, შეიძლება შემოვტანოთ ახალი პარამეტრი K, რომელიც გვიჩვენებს A_n მატრიცის იმ სტრიქონების რაოდენობას, რომლებიც მონაწილეობენ შეკუმშვაში, ანუ S_n ჯამური ვექტორის შესაკრებთა რიცხვს.

თუ S'-ის მისაღებად განმსაზღვრელად ავიღებთ K-ს მნიშვნელობას, მაშინ v_0-ის წონა აღარ იმოქმედებს აღდგენის პროცესზე. ამასთან სამართლიანია შემდეგი მტკიცებები:

I. თუ $\omega(v_0)$ ლუწია, მაშინ K-ს ლუწ მნიშვნელობას შეესაბამება $\omega(S_n')$-ის ლუწი მნიშვნელობა, ხოლო K-ს კენტ მნიშვნელობას შეესაბამება $\omega(S_n')$-ის კენტი მნიშვნელობა.

II. თუ $\omega(v_0)$ კენტია, მაშინ ნებისმიერ K-ს შეესაბამება $\omega(S_n)$-ის ლუწი მნიშვნელობა.

ამ ორი მტკიცების საფუძველზე შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ ახალი თეორემა:

თ ე ო რ ე მ ა : ნებისმიერი $\omega(v_0)$ და $\omega(S_n)$

დეის აღდგენის S' ვექტორი მიიღება ფორმულით:

$$S' = \begin{cases} S_n + v_0, & \text{როცა } K \text{ კენტია } (\mathrm{mod}\, 2) \\ S_n, & \text{როცა } K \text{ ლუწია} \end{cases} \qquad (2)$$

მაგალითი 3. ვთქვათ $n=5$ და $v_0 = 00011$, ე.ი. $\omega(v_0)=2$ ლუწია. გვექნება:

$$H_n = \begin{pmatrix} 00010 \\ 00001 \\ 00111 \\ 01011 \\ 10011 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \\ v_5 \end{pmatrix}$$

განვიხილოთ ორი შემთხვევა:

1/ $K=3$ და $S_n = v_1 + v_2 + v_5 = 00010 + 00001 + 10011 = 10000 \pmod 2$. მაშინ (2)-დან გვექნება $S' = S_n + v_0 = 10000 + 00011 = 10011 \pmod 2$, რაც ნიშნავს, რომ შეკუმშვაში მონაწილეობდნენ v_1, v_2 და v_5 ვექტორები.

2/ $K=2$ და $S_n = v_3 + v_4 = 00111 + 01011 = 01100 \pmod 2$, ე.ი. $S' = S_n = 01100$, რაც ნიშნავს, რომ შეკუმშვაში მონაწილეობდნენ v_3 და v_4 ვექტორები.

ანალოგიურად, მაგალითი 2-ის შემთხვევაში გვექნება:

1/ $S_n = 01010$, $K = 3$, $S' = S_n + v_0 = 01101$;

2/ $S_n = 11110$, $K = 4$, $S' = S_n = 11110$.

განხილული მაგალითები მიუთითებენ თეორემის სამართლიანობაზე.

მიღებულია 14.X.1988.

ფიზიკური კიბერნეტიკის
პრობლემური ლაბორატორია

ლიტერატურა

1. ნ.დ. ნანობაშვილი, ვ.ნ. ჭკუასელი. თსუ შრომები, A 62-7, თბილისი, 1973.

2. ნ.შ.ჯიქია, ნ.დ.ნანობაშვილი, პრობლემურად ორიენტირებულ დიალოგურ სისტემებში. II რესპუბლიკური კონფერენციის შრომები. ტ.2, ბათუმი, 1987.

Н.Ш.Джикия

ОБ ОДНОМ НОВОМ ПОДХОДЕ К ПРИМЕНЕНИЮ МАТРИЧНОГО МЕТОДА СЖАТИЯ ИНФОРМАЦИИ

Резюме

Показан недостаток применения матричного метода сжатия информации при чётном весе вектора основания. Одновременно приводится теорема, позволяющая применить указанный метод при любом весе вектора основания.

N.Jikia

ON ONE NEW APPROACH TO THE APPLICATION OF THE MATRIX METHOD OF COMPRESSION OF INFORMATION

Summary

The drawback of the use of the matrix method of compression of information at an even weight of the foundation vector, is shown. A theorem permiting to apply the indicated method to any weight of the foundation vector is presented.

Труды Тбилисского ордена Трудовго Красного Знамени
государственного университета
თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

КРУЧЕНИЕ СЛЕГКА ИСКРИВЛЕННОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНИСТОГО АНИЗОТРОПНОГО МАТЕРИАЛА СВАМ 5:I

М.И.Кезерашвили

В нашей работе /I/ было исследовано напряженно-деформированное состояние слегка изогнутого однородного анизотропного стержня (с пространственной осью) при его кручении, с моментом M^{x}, действующим на торцевой поверхности $z=l$ стержня с поперечным сечением S.

Как было показано нами, решение указанной задачи сводится к нахождению одной обобщенно бигармонической функции $\varphi(\xi,\eta)$ и одной обобщенно гармонической функции $\omega(\xi,\eta)$, удовлетворяющих следующим условиям:

$$1^{\circ}\quad \overset{(2)}{\Delta}_1 \varphi=\frac{1}{E}\left\{\frac{\partial^2}{\partial\eta^2}\left[\beta_{11}\int^{\xi} a_0\,d\xi+\beta_{12}\int^{\eta} b_0\,d\eta\right]+\frac{\partial^2}{\partial\xi^2}\left[\beta_{12}\int^{\xi} a_0\,d\xi+\beta_{22}\int^{\eta} b_0\,d\eta\right]-\frac{\partial^2}{\partial\xi\,\partial\eta}\left[\beta_{13}\int^{\xi} a_0\,d\xi+\beta_{23}\int^{\eta} b_0\,d\eta\right]\right.$$

в области S,

$$E\frac{\partial\varphi}{\partial\eta}=\int^{s}\left[\left(P_1^{(1)}+\int^{\xi} a_0\,d\xi\right)\cos\widehat{n,\xi}+P_1^{(2)}\cos\widehat{n,\eta}\right]ds,$$

$$E\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}=-\int^{s}\left[\left(Q_1^{(2)}+\int^{\eta} b_0\,d\eta\right)\cos\widehat{n,\eta}+Q_1^{(1)}\cos\widehat{n,\xi}\right]ds$$

на контуре L области S;

$$2^\circ.\ \Delta_1\omega=-c\left(\frac{\partial\varphi}{\partial\xi}+\frac{\partial\varphi}{\partial\eta}\right)-\left[\sigma_1\left(E\frac{\partial^2\Phi}{\partial\eta^2}-\int^{\xi}a_0\,d\xi\right)+\sigma_2\left(E\frac{\partial^2\Phi}{\partial\xi^2}-\int^{\eta}b_0\,d\eta\right)-\right.$$

$$\left.-E\sigma_3\frac{\partial^2\Phi}{\partial\xi\partial\eta}-\left(M\frac{\partial L_1}{\partial\xi}+N\frac{\partial M_1}{\partial\xi}+L\frac{\partial M_1}{\partial\eta}+N\frac{\partial L_1}{\partial\eta}\right)\right]$$

в области S,

$$\frac{d_1\omega}{d\eta}=\left[-E\xi d_0+ML_1+NM_1\right]\cos\widehat{n,\xi}-\left[\left(\frac{EN}{M}+\sigma_3\frac{m^2}{M}\right)\xi d_0-(LM_1+NL_1)\right]\cos\widehat{n,\eta}$$

на контуре L области S, где $E, L, M, N, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – упругие постоянные, $m^2=ML-N^2$, $a_0, b_0, P_1^{(1)}, P_1^{(2)}, Q_1^{(1)}, Q_1^{(2)}, L_1, M_1, d_0$ – известные двухмерные функции, определенные в работе /I/, $\Phi(\xi,\eta)$ – функция кручения однородного анизотропного призматического стержня.

Пусть поперечное сечение рассматриваемого стержня ограничено эллипсом с полуосями a и b. Будем также считать, что начало координат помещено в центре инерции этого сечения, а оси $O\xi$ и $O\eta$ направлены по главным осям инерции указанного сечения.

Используя результаты, полученные автором и Р.А.Берекашвили /2,3/, легко найдем решения вышеуказанных плоских граничных задач I° и 2° для эллиптического сечения, которые в обозначениях, принятых в /2,3/, примут вид:

$$\Phi(\xi,\eta)=A_{12}\xi^3+A_{13}\xi^2\eta+A_{14}\xi\eta^2+A_{15}\eta^3, \tag{I}$$

$$\omega(\xi,\eta)=a_6\xi^3+a_7\xi^2\eta+a_8\xi\eta^2+a_9\eta^3, \tag{2}$$

где $A_{12}, A_{13}, A_{14}, A_{15}, a_6, a_7, a_8, a_9$ – известные коэффициенты, определенные также в работах /2,3/.

Использовав полученные значения функций $\Phi(\xi,\eta)$ и $\omega(\xi,\eta)$, данные равенствами (I) и (2), а также значение функции кручения $\varphi(\xi,\eta)$ для эллиптический области /4/, и подставив их в выражения напряжений из работы /I/ (соответственно построим и значения функций $a_0, b_0, P_1^{(1)}, P_1^{(2)}, Q_1^{(1)}, Q_1^{(2)}, L_1, M_1, d_0$ для эллиптической области), после выполнения ряда преобразований получим решение задачи кручения слегка изогнутого эллиптического стержня в компонентах напряжения (к этим компонентам напряжений добавлены решения соответствующих линейных задач Сен-Венана для однородных анизотропных призматических тел, для удовлетворения торцевого условия):

$$X_x = \frac{4k\tau a^2 ML}{La^2+Mb^2}\eta\zeta, \qquad Y_y = -\frac{4k\tau b^2 ML}{La^2+Mb^2}\xi\zeta,$$

$$X_y = -\frac{2k\tau ML}{La^2+Mb^2}\left(b^2\xi - a^2\eta\right)\zeta, \tag{3}$$

$$Z_z = \frac{\tau k}{La^2+Mb^2}\left[(Mb^2-La^2)+(C-G\sigma_1-F\sigma_2)+4\sigma_1 a^2 ML\right]\eta\zeta + \\ + \frac{4(\ell-\zeta)}{\pi ab}\left[\frac{W_x^*}{a^2}\xi + \frac{W_y^*}{b^2}\eta\right],$$

$$X_z = -\frac{2\tau MLa^2}{La^2+Mb^2}\eta + k\tau M\Big\{\Big[3a_6+\beta_{11}A_{14}+\frac{3}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{12}\Big]\xi^2 + \\ + \Big[2a_7+(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{13}+6\beta_{11}A_{15}\Big]\xi\eta + \Big[a_8-3\beta_{22}A_{12}-\frac{1}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{14}\Big]\eta^2, \\ + \frac{2W_x^* M}{\pi Ea^3b}\left[\sigma_1\xi^2+\eta^2(2-\sigma_2)+2\frac{\partial\chi}{\partial\xi}\right] + \frac{4W_y^* M}{\pi Eab^3}\left[(\sigma_1+2)\xi\eta+\frac{\partial\chi'}{\partial\xi}\right],$$

$$y_7 = \frac{2\tau M L b^2}{L a^2 + M b^2}\xi + k\tau M\Big\{\Big[a_7 - \frac{1}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{13} - 3\beta_{11}A_{15}\Big]\xi^2 +$$

$$+\Big[2a_8 + 6\beta_{22}A_{12} + (\beta_{33}+2\beta_{12})A_{14}\Big]\xi\eta + \Big[3a_9 + \beta_{22}A_{13} + \frac{3}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{15}\Big]\eta^2\Big\}$$

$$+\frac{4W_x^* L}{\pi E a^3 b}\Big[(\sigma_2+2)\xi\eta + \frac{\partial\chi}{\partial\eta}\Big] + \frac{2W_y^* L}{\pi E a b^2}\Big[\sigma_2\eta^2 + (2-\sigma_1)\xi^2 + 2\frac{\partial\chi'}{\partial\eta}\Big],$$

где k – малый параметр, квадратом и высшими степенями которого мы пренебрегаем, β_{ij} – упругие константы, имеющие вид

$$\beta_{ij} = \sigma_{ij} - \sigma_i\sigma_j \qquad (i, j = 1,2,3),$$

τ – степень закручивания, $\chi(\xi,\eta)$ – функция изгиба однородного анизотропного стержня эллиптическим сечением /4/, $\chi'(\xi,\eta)$ получается из выражения $\chi(\xi,\eta)$ заменой ξ на η, a на b, M на L, σ_1 на σ_2, а W_x^* и W_y^* имеют вид:

$$W_x^* = \frac{\pi k\tau M a b}{4}\Big\{a^2\Big[3a_6 + \beta_{11}A_{14} + \frac{3}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{12}\Big] +$$

$$+ b^2\Big[a_8 - 3\beta_{22}A_{12} - \frac{1}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{14}\Big]\Big\},$$

$$W_y^* = \frac{\pi k\tau L a b}{4}\Big\{a^2\Big[a_7 - \frac{1}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{13} - 3\beta_{11}A_{15}\Big] +$$

$$+ b^2\Big[3a_9 + \beta_{22}A_{13} + \frac{3}{2}(\beta_{33}+2\beta_{12})A_{15}\Big]\Big\}.$$

Пусть рассматриваемый слегка изогнутый стержень с эллиптическим поперечным сечением изготовлен из стекловолокнистого анизотропного материала СВАМ 5:I.

Значения упругих (технических) постоянных для указанного материала по данным работы /5/ даны в таблице I.

Соответствующие этим техническим постоянным значения модулей упругости и коэффициентов деформации даны в таблицах 2 и 3.

С учетом данных таблиц 2 и 3, в таблицах 4–7 приведены значения компонентов напряжений (в долях n/τ) X_x, Y_y, X_y, Z_z, вычисленные по формулам (3) для нескольких характерных точек поперечного сечения рассматриваемого стеклопластика при длине $\ell = \zeta = 100$ см, $K = 10^{-3}$ см$^{-1}$, для четырех случаев соотношения полуосей эллипса a/b = I;2;3;5.

Вычисления производились на микро-ЭВМ ЕС 8534.

Так как значения подсчитанных компонентов напряжений X_z и Y_z очень малы и на напряженное состояние существенного влияния не оказывают, поэтому их значения в таблицах не приводятся.

На основании полученных численных данных, а также выражений компонентов напряжений /3/, можно сделать следующие основные выводы относительно рассматриваемого примера:

I. При кручении слегка искривленного эллиптического стержня, изготовленного из стекловолокнистого анизотропного материала СВАМ 5:I, стержень находится в сложном напряженном состоянии, характеризуемом всеми компонентами напряжений, тогда как в случае кручения призматического стержня участвуют лишь два компонента напряжений X_z и Y_z, и, следовательно, гипотеза Бернулы, а также отсутствие взаимного надавливания

6. Максимальные значения касательных напряжений τ_y достигаются в точках контура, где $tg\theta = -\frac{a}{b}$, а нулевые – в точках, где $tg\theta = \frac{b}{a}$. При этом, по мере увеличения вытянутости эллипса значения этих напряжений на концах большой оси уменьшаются, а на концах малой – увеличиваются.

Поступила 31.XII.1988

Кафедра математического обеспечения ЭВМ

Литература

1. М.И.Кезерашвили. Задача кручения однородного анизотропного стержня со слабо изогнутой осью. Тр. ТГУ, матем., мех., астрон., 1987, т.270, вып.22-23, с.86-95.

2. М.И.Кезерашвили. Об одной обобщенной задаче Неймана для однородного анизотропного бруса эллиптического сечения. Тр. Груз.ПИ, 1986, № 6(303), с.74-76.

3. Р.А.Берекашвили. Об одном методе решения обобщенного бигармонического уравнения для эллиптической области. Тр. Груз.ПИ, 1986, № 6(303), с.76-79.

4. Д.К.Рухадзе. Функция кручения и изгиба однородного анизотропного призматического бруса эллиптического сечения. Тр. Груз.ПИ, 1984, № 9(279), с.49-52.

5. Е.К.Ашкенази, Э.В.Ганов. Анизотропия конструкционных материалов. Справочник. Л., "Машиностроение", 1972, 216 с.

Таблица 5

Значения нормальных напряжений σ_y/τ

($n \cdot 10^{-3}$ кгс/см)

Размеры полу-осей в см		Характерные точки на контуре в радианах					
a	b	0; П	$\frac{\Pi}{6};\ \frac{II\Pi}{6}$	$\frac{\Pi}{3};\ \frac{5\Pi}{3}$	$\frac{\Pi}{2};\ \frac{3\Pi}{2}$	$\frac{2\Pi}{3};\ \frac{4\Pi}{3}$	$\frac{5\Pi}{6};\ \frac{7\Pi}{6}$
5	5	∓32,88	-28,44	-I6,44	0	I6,44	28,44
I0	5	∓25,40	-2I,98	-I2,69	0	I2,69	2I,98
I5	5	∓I8,82	-I6,29	- 9,4I	0	9,4I	I6,29
25	5	∓I2,0	- 5,99	- 5,99	0	5,99	I0,37

Таблица 6

Значения касательных напряжений

($n \cdot 10^{-3}$ кгс/см)

Размеры полу-осей в см		Характерные точки на контуре в радианах					
a	b	0; П	$\frac{\Pi}{6};\ \frac{7\Pi}{6}$	$\frac{\Pi}{3};\ \frac{4\Pi}{3}$	$\frac{\Pi}{2};\ \frac{3\Pi}{2}$	$\frac{2\Pi}{3};\ \frac{5\Pi}{3}$	$\frac{5\Pi}{6};\ \frac{II\Pi}{6}$
5	5	∓I6,44	∓6,02	±6,02	±I6,44	±22,46	±22,46
I0	5	∓I2,70	±I,70	±I5,64	±25,38	±28,32	±23,68
I5	5	∓ 9,4I	±5,96	±I9,74	±28,22	±29,I5	±22,26
25	5	∓ 5,99	±9,78	±22,94	±29,84	±28,92	±20,I6

Таблица 7

Значения нормальных напряжений

($n \cdot 10^{-3}$ кгс/см)

Размеры полу-осей в см		Характерные точки на контуре в радианах					
a	b	0; П	$\frac{\Pi}{6};\ \frac{II\Pi}{6}$	$\frac{\Pi}{3};\ \frac{5\Pi}{3}$	$\frac{\Pi}{2};\ \frac{3\Pi}{2}$	$\frac{2\Pi}{3};\ \frac{4\Pi}{3}$	$\frac{5\Pi}{6};\ \frac{7\Pi}{6}$
5	5	0	±0,I2	±0,2I	±0,25	±0,2I	±0,I2
I0	5	0	∓2I,94	∓38,0I	∓43,88	∓38,0I	∓21,94
I5	5	0	∓28,88	∓50,02	∓57,76	∓50,02	∓2[illegible],88
25	5	0	∓33,0[illegible]	∓57,28	∓66,I4	∓57,28	∓33,07

მ. კეზერაშვილი

მინაბოჭკოვანი ანიზოტროპული მასალისაგან /СВАМ 5:1/ დამზადებული ოდნავ გაღუნული ელიფსური კვეთის მქონე ძელის გრეხა

რეზიუმე

ნაშრომში მოცემულია ოდნავ გაღუნული ერთგვაროვანი ანიზოტროპული ძელის გრეხის ამოცანის ამოხსნა იმ შემთხვევაში, როცა განხილული ძელის კვეთა ელიფსია.

მოყვანილია აგრეთვე რიცხვითი მაგალითი მინაბოჭკოვანი ანიზოტროპული მასალისათვის /СВАМ5:1/ და გამოთვლილია ძაბვის კომპონენტების რიცხვითი მნიშვნელობანი განივი კვეთის /ელიფსის/ მახასიათებელ წერტილებში.

M.Kezerashvili

TORSION OF AN ELLIPTIC SECTION BAR MADE OF GLASS-FIBER ANISOTROPIC MATERIAL /CBAM 5:1/

Summary

The solution of the problem of torsion of an anisotropic homogeneous slightly bendi bar is presented for the case when the cross section of the bar is an ellipse.

A numerical example is given for glass-fiber anisotropic material /CBAM 5:1/, and the stresses at the characteristic points of the cross section (an ellipse) are calculated.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛИ БД НА КОНЦЕПТУАЛЬНОМ И ЛОГИЧЕСКОМ УРОВНЯХ

Р.У.Хаиндрава, Т.Г.Николаишвили

Первые опыты проектирования и внедрения баз данных (БД) в автоматизированных информационных системах (АИС) с использованием готовых систем управления (СУБД) показали сложность, длительность и трудоемкость этого процесса.

Каждая из организаций при проектировании АИС решает проблему создания БД по-своему, не используя полностью возможностей СУБД из-за отсутствия теоретических, научно-методологических разработок и испытанных практических методик. В результате эффективность функционирования СУБД не всегда удовлетворительна.

Таким образом, первостепенное значение в условиях массовых разработок АИС в самых различных сферах народного хозяйства приобретает новая, сложная научно-техническая проблема - повышение эффективности проектирования БД, организованных средствами современных СУБД. Здесь особенно выделяется задача проектирования логической структуры БД (логическое проектирование). Логическому проектированию предшествует процесс формального описания и представление предметной области (ПО). При этом под ПО понимается некоторое информационное пространство - часть реального мира, представляющее интерес для данного исследования (использования) и отражаемое в разрабатываемой АИС.

В последние годы ряд отечественных и зарубежных авторов рассматривает отдельные вопросы проектирования БД, начиная с анализа информации ПО и кончая построением и описанием структуры данных средствами конкретной СУБД.

В этих работах возникло и фигурирует множество терминов, отражающих отдельные понятия этой области: локальная модель, глобальная модель, внешняя модель, внутренняя модель, инфологическая модель, концептуальная модель, датологическая модел схема БД, логическая структура БД и т.д. Из этого многообраз понятий видно, что твердо установившейся терминологии в этой области пока нет. Поэтому прежде всего следует уточнить основные понятия исходя из обобщения определений, данных в основных литературных источниках /I - 6/.

В АИС отображение предметной области представлено моделями нескольких уровней. В настоящее время различают три уровня описаний (представления) БД:

- уровень информационно-логических структур БД, описывающий информационную структуру ПО с точки зрения пользователей;

- уровень системных логических структур БД, обеспечив мый техническими и программными средствами конкретной СУБ

- уровень структур хранения, отражающий конкретную ре лизацию БД.

Каждому уровню соответствует собственная модель представления данных: инфологическая (infological), датол гическая (datological) и физическая (physical).

Модель каждого из последующих уровней строится на основе фиксированных характеристик моделей предшествующих уровней. Выделение моделей разных уровней позволяет:

- разделить сложный процесс отображения "ПО-БД" на несколько итеративных, более простых отображений;

- обеспечить специализацию разработчиков БД - возможность работать разным категориям пользователей с моделью соответствующего уровня;

- представить возможность участия в разработке БД лицам, занимающимся управленческой деятельностью в сфере ПО, но не являющимся специалистами в области обработки данных;

- создать условия для автоматизации проектирования БД путем формализации процессов перехода с одной модели уровня на другой.

Как на инфологическом , так и на датологическом уровнях различают глобальные и локальные (внешние) модели. Глобальные модели отражают точку зрения администратора БД, локальные - требования различных пользователей. Модель, обеспечивающую интегрированное представление о предметной области, называют концептуальной моделью. Все модели, кроме моделей физического уровня, которые охватывают процессы преобразования информационных структур ПО в сторону машинно- и программно-ориентированных, называются логическими моделями БД. Взаимодействие моделей и их уровней представлений изображено на рис.I.

Наличие инфологического и датологического моделей и поддержание их оптимальной структуры имеет огромное значение для улучшения основных характеристик БД. Кроме того, инфологическая модель является промежуточным звеном, связывающим ПО с техническими средствами и программным обеспечением. При этом изменение используемых в АИС программных и технических средств не требует полного перепроектирования информационной базы, а только выполнения перехода от инфологической модели к схеме, поддерживаемой новыми программно-техническими средствами. Таким образом достигается повышение адаптивности АИС.

Имея различные подходы к проектированию БД, а также методы оценки и исследования их структур, можно сравнивать инвариантные структуры, а также разрабатывать индивидуальные подходы и выбирать рациональную - в рамках предметной области - БД, в соответствии с целями проектирования.

Анализируя работы, в настоящее время можно определить три основных подхода к проектирования баз данных:

I. Функциональный подход или подход "от задач" /I,2,3/. Он предполагает проектирование структуры БД, ориентированной на определенную группу запросов или регламентированных задач, выявленных к моменту проектирования. При этом требуется выявление и систематизация всех объектов ПО, их характеристик и функциональных связей между объектами, объектами и их свойствами и между отдельными свойствами объектов. Такая структура может быть очень эффективной для стационарных задач АИС и АСУ и текущих потребностей прикладных программ. Но она не обладает необходимой гибкостью в случае изменения этих задач и потребностей.

2. Подход "от содержания ПО"/4,5,6/ . Он предполагает построение структуры данных и соответственно модели БД, которая не зависит от какого-либо конкретного процесса, конкретных задач АИС и прикладных программ, и моделирует

структуру самого реального мира ПО. При этом модели отдельных приложений являются в некотором смысле моделями частей реального мира ПО. Чем ближе модель ПО отражает реальный мир, тем гибче будет структура БД и АИС в целом в случае изменения требования прикладных программ и запросов пользователей. Но и такая структура БД имеет тоже определенные недостатки: в частности, модель получается сложной и многоуровневой, что затрудняет приведение ее в соответствие с одной из классических моделей: иерархической, сетевой или реляционной. Такая структура БД способствует увеличению путей доступа к отдельным компонентам модели и соответственно времени доступа к данным в разрабатываемой АИС.

3. Третий подход /4,6 /основан на использовании заранее определенной СУБД и, следовательно, модели данных. Т.е. процесс проектирования БД начинается с датологического этапа проектирования. Данный подход очень часто требует неэффективной перестройки естественных связей ПО с целью приведения в соответствие с заданной моделью, поддерживаемой СУБД. Это, естественно, будет снижать такие показатели эффективности БД, как гибкость и интегрированность.

Общим недостатком всех подходов является недостаточность уровня формализации процессов проектирования БД, что затрудняет автоматизацию создания БД. Кроме того, ни один из перечисленных подходов проектирования БД не предусматривает достаточно формализованной процедуры выбора и обоснования СУБД, поддерживающей АИС.

Таким образом, в настоящее время еще не сформирована достаточно эффективная методика проектирования БД, удовлетворяющая как специфическим потребностям ПО, так и всевозможным запросам пользователей (заранее предусмотренным). Естественно, что такая методика не будет универсальной. Разработка всякого индивидуального подхода предусматривает наличие определенного круга ПО, в пределах которого можно достигнуть желаемого уровня эффективности.

Предлагаемая нами методика проектирования структуры БД разработана с целью создания АИС в среде управления НИР вуза. Основные проектные решения были обусловлены на основании анализа особенностей НИР как системы управления и его информационного окружения. Эти особенности /8/ являются общими для некоторого класса задач и подсистем АСУ вуза и некоторых других информационных систем объектов организационного управления.

Основными особенностями предложенной методики проектирования БД являются:

- слияние принципов "от предметной области" и "от запросов" при разработке исходной структуры инфологической модели БД, что способствует повышению устойчивости информационной модели, улучшает возможности реализации большого числа приложений, в том числе и незапланированных;

- полная независимость процесса датологического моделирования от результатов инфологического моделирования; это обстоятельство способствует упрощению процесса составления внешних схем и усиливает функциональную независимость содержимого БД от прикладного программного обеспечения;

- выделение в отдельный функциональный этап процесса выбора и обоснования СУБД, в результате чего достигается максимальное упрощение датологического моделирования.

Процесс проектирования структуры БД представлен на рис.2.

На основе предложенной методики была разработана структура БД АИС НИР ТГУ. Модель ее оказалась сетевой. Произведя затем выбор СУБД (СПЕКТР-ДИСОД), построили датологическую модель БД АИС НИР. Исходя же из этой модели, выявили состав базы и связи файлов. И, наконец, был реализован определенный круг задач, как регламентированных, так и случайных информационно-поисковых.

Поступила I7.II.I988

Кафедра экономической информатики и АСУ и Информационно-вычислительный центр

Литература

I. Т.Тиори, Дж.Фрай. Проектирование структур баз данных. М., "Мир", I985.

2. Дж.Хаббард. Автоматизированное проектирование баз данных. М., "Мир,"I984.

3. Ш.Атре. Структурный подход к организации баз данных. М., "Финансы и статистика", I983.

4. Л.В.Кокорева, И.И.Малашинин. Проектирование банков данных. М., "Наука", I984.

5. В.В.Бойко, В.М.Савинков. Проектирование информационной базы автоматизированной системы на основе СУБД. М., "Финансы и статистика", I982.

6. Дж.Мартин. Планирование развития автоматизированных систем. М., "Финансы и статистика", I984.

7. Дж.Смит, Д.Смит. Принципы концептуального проектирования баз данных. В кн."Требование спецификации в разработке

программ". М., "Мир", 1984.

8. Т.Г.Николаишвили, Р.У.Хаиндрава. Вопросы построения автоматизированной информационной системы НИР вуза. Труды ТГУ, кибернетика, прикладная математика, т.268,1986.

რ. ხაინდრავა, თ. ნიკოლაიშვილი

მონაცემთა ბაზის მოდელის დაპროექტების პროცესის სრულყოფა კონცეპტუალურ და ლოგიკურ დონეზე

რეზიუმე

მოცემულია მონაცემთა ბაზების დაპროექტების არსებული მეთოდების კრიტიკული ანალიზი. შემუშავებულია მონაცემთა ბაზის კონცეპტუალურ და ლოგიკურ დონეზე დაპროექტების მეთოდიკის ახალი ვარიანტი, დასაბუთებულია მისი უპირატესობა სხვა ვარიანტების მიმართ. მიღებული შედეგების საფუძველზე შემუშავებულია თსუ სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის მართვის ავტომატიზებული საინფორმაციო სისტემის მონაცემთა ბაზის ლოგიკური მოდელი.

R.Khaindrava, T.Nikolaishvili

PERFECTION OF THE PROCESS OF DESIGNING A BANK MODEL AT THE CONCEPTUAL AND LOGICAL LEVELS

Summary

A critical analysis of the available methods of designing data basis is given. A new version of data bank designing at the conceptual and logical levels has been developed. Its superiority to other versions is substantiated. On the basis of the results obtained a logical data bank model of an authomated information system (AIS) has been developed for monitor the scientific-research work at Tbilisi State University.

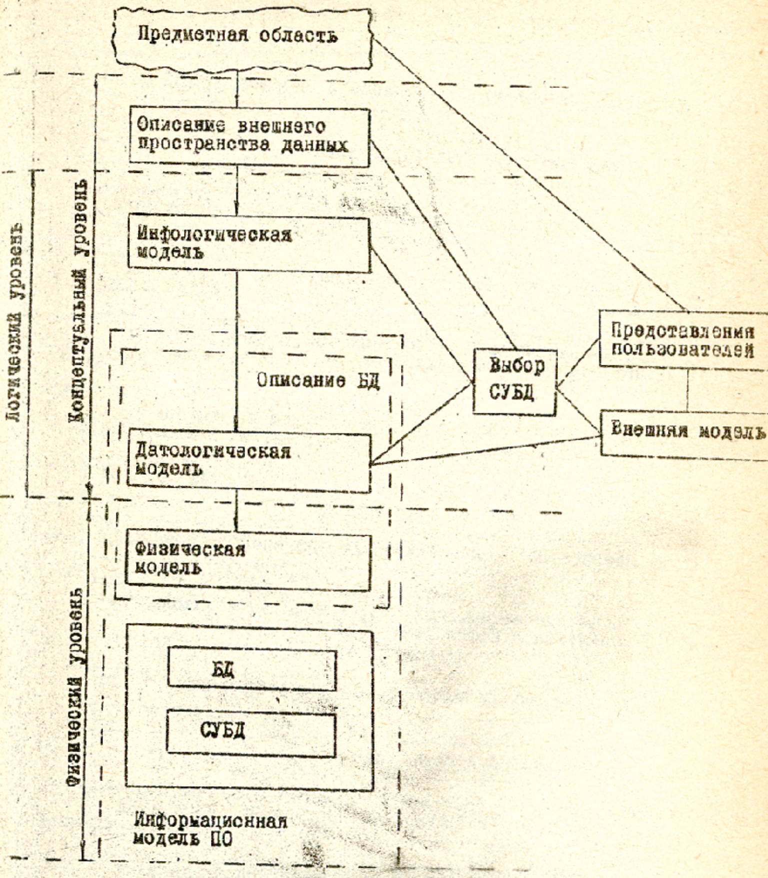

Рис. I. Уровни моделей БД

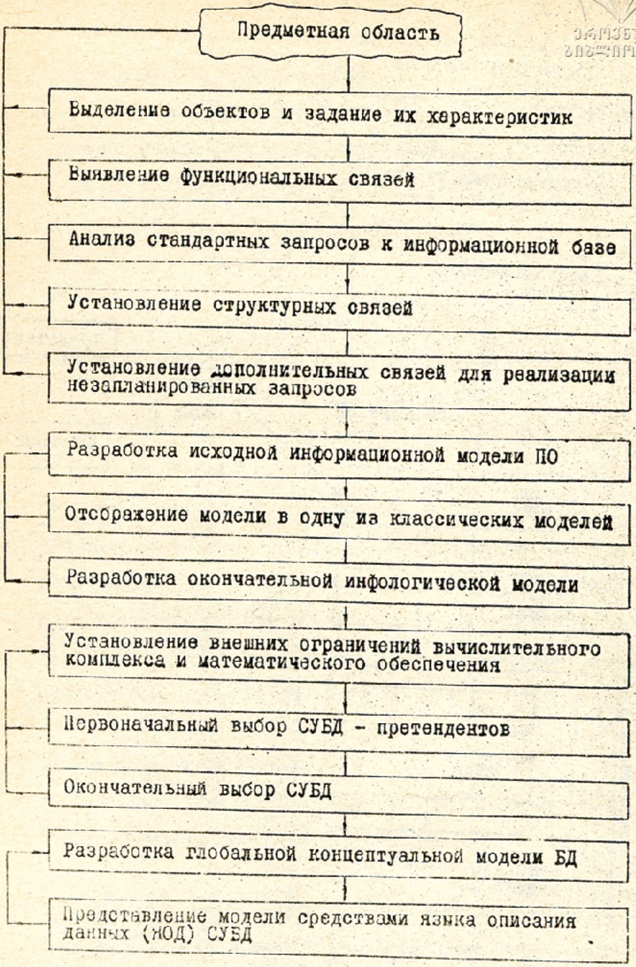

Рис. 2. Схема процесса проектирования структуры БД

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени государственного **университета**

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო

უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

$\langle C,A\rangle,T$ ФОРМАЛИЗМ – МОДЕЛЬ ДЛЯ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

О.Г.Капанадзе

Модель перевода, которая описывается в данной статье,известна под названием "Модель конструкторов, атомов и трансляторов". Этот формализм используется в проекте машинного перевода "*EUROTRA* ". Он подразумевает , что субстантивные лингвистические теории, состоящие из независимых частей лингвистических знаний, могут быть описаны с помощью определенного механизма, который называется "генератором". Он должен быть конечным и иметь определенный смысл. Кроме этого, данный формализм устанавливает два типа явлений:

I.Что рассматривать в качестве элементарного объекта языка.

2.Как из одних строить другие объекты.

Эти две исходные точки выражены в записи $\langle C,A\rangle,T$, где $\langle C,A\rangle$ обозначет упомянутий генератор G , который состоит из C конечного множества конструкторов и A конечного множества атомов. T соответствует композиционным правилам наложения.

Каждый генератор определяет множество т.н. "объектов представления", которые иначе называются "языком представления". В свою очередь, этот последний можно определить двумя путями:

I.Любой генератор G генерирует определенный класс деривационных деревьев,

2. Любое деривационное дерево преобразуется в определенное представление.

Метаязык деривационных деревьев обозначается с помощью $\mathcal{D}(G)$.

Конструкторы в качестве аргументов располагают некоторым количеством объектов представления, иначе говоря, являются n -местными, в отличие от атомов, которые можно рассматривать как специальный класс "нольместных" конструкторов.

Вдобавок надо упомянуть еще об одном понятии, которое именуется "характеристика" (*feature*). Данное понятие является типа "атрибут/значение", т.е. каждая характеристика из определенного спектра возможных значений принимает одно конкретное. Иногда характеристики объединяются во множества, называемые "описание характеристик". Что касается преобразования конструктора, то этот процесс можно пояснить следующим образом: деривационое дерево преобразуется в некий другой объект, в более близкий тому, что обычно рассматривается как лингвистическое представление. Объект, получаемый в результате преобразования деривационного дерева, называется представлением. Множество таких представлений, определяемое с помощью генератора G , можно обозначить $R(G)$ (язык представления).

Общий вид конструктора записывается следующим образом:

Constructor = (Cname, name, fd) [argspec, . . . , argspec]

Атом повторяет описание конструктора, но без присутствующих аргументов:

Atom = (Cname, name, fd)

В этих описаниях $Cname$ является уникальным именем конструктора или атома, $name$ - значение привилегированной характеристики, выражающей основной смысл атома или конструктора на данном уровне представления текста. fd является описанием характеристики, которое выражено в виде множества значений типа "атрибут/значение". $argspec$ описывает тип объекта представления, принимаемый конструктором как соответствующий ему аргумент при создании некоего представления. Формальные правила построения (синтаксис) таких аргументов совпадают с синтаксисом конструкторов и атомов, но они могут быть менее специфическими по содержанию.

Рассмотрим элементарные примеры атома, конструктора и деривационного дерева для английского языка на уровне так называемой конфигурационной структуры предложения:

Атомы: $(the, determiner, \{definitness=plus\})$,

$(bicycle, noun, \{concret=plus\})$.

Конструктор: $(Cnp, np, \{number=sing\})[(det,-,\{\}),(-,noun,\{\})]$

Деривационное дерево: $<(the, determiner, \{definitness=plus\})>$.

Суммируя сказанное, следует добавить:

I. Любой генератор G определяет два формальных языка описания - язык деривационных деревьев $D(G)$ и язык описания $R(G)$.

2. Любое дерево может быть преобразовано только в одно представление.

3. Только некоторое подмножество $D(G)$ может быть преобразовано в несколько подмножеств, входящих в $R(G)$.

Как уже отмечалось, преобразование предусматривает получение из атомов и конструкторов, с помощью генератора деривационного дерева или S-представления, некоего уровня описания текста. После этого, для получения деривационного дерева и представления S' следующего уровня описания текста, к работе приступает T-транслятор, который на входе располагает неким представлением и создает одно или более представлений в качестве перевода.

Сам по себе, некий транслятор T является множеством правил, называемым t-правилами. Любое t-правило представляет собой правило, которое переводит некоторое S-представление исходного текста, используя конструктор генератора выходного текста для перевода частей представления; результат будем обозначать через $T(S)$.

Любое t-правило состоит из левой (lhs) и правой части (rhs) и связывается стрелкой:

$$lhs \longrightarrow rhs$$

Правая часть t-правила синтаксически схожа с конструктором. Главная ее составляющая - последовательность, которая синтаксически является конструктором. Будем считать, что последовательность удовлетворяет требованиям исходного текста, если она совпадает с неким представлением определенного уровня описания текста.

Единственное отличие между lhs и $argspec$ состоит в том, что левая часть t-правила может обозначать некоторые $argspec$ с помощью индексов. В дальнейшем они могут быть использованы в правой части. Поэтому перед $argspec$ разрешено использование индексов, за которыми следуют скобки.

Что касается правой части t-правила, она является сложным объектом. Она совпадает с деривационным деревом в соответствии с генератором выходного уровня описания, с той лишь разницей, что дополнительно может содержать как индексы, так и подфразы.

Работа любого транслятора происходит следующим образом: располагая неким представлением S , транслятор ищет подходящее t -правило, т.е.правило, левая часть которого совпадает с данным S-представлением. Транслятор может не найти такое правило, может обнаружить одно или более правил, удовлетворяющих исходному тексту. В первом случае S не получит соответствующего перевода на другом уровне. В других случаях релевантное t -правило сначала переводит подфразы $S_1 \ldots S_n$ представления S' , используя транслятор рекурсивно. Подфразам S_i , которые соответствуют индексам в левой части правила, согласно индексам в правой части подставляются $T(S_i)$. Далее, правая часть преобразуется таким же образом, как и обычные деривационные деревья.

Надо заметить, что любое t -правило совпадает с исходным представлением прямо, но генерирует выходное представление через объекты выходного деривационного дерева.

<u>Правила обобщения/унификации</u>. В описываемом нами метаязыке существуют т.н.генераторные и трансляторные B- и A-правила.

Обычно, A -правила строят представление некоего уровня описания текста ЕЯ. Совокупность этих правил называется атомарными B -правилами (атомами), конструкторными B-правилами (конструкторами) и трансляторным B -правилами.

A -правила выражают обобщения,касающиеся атрибутов (характеристик), представленных в атомах и конструкторах. В частности, генераторное A -правило призвано выражать явления согласования и так называемой "перколяции". Его синтаксис почти тот же, что и синтаксис *argspec* в конструкторах. Разница состоит лишь в том,что переменные могут встречаться в виде значений характеристик. Соответственно, обозначение характеристик имеет вид:

характеристика (*attribut*) = значение (*value*)

или

характеристика (*attribut*) = переменная (*variable*).

Постоянные значения (константы) характеристик обозначаются строчными буквами, а если характеристика в качестве значения имеет переменную, то она обозначается заглавными буквами.

Генераторное A-правило a всегда применяется только к одному представлению r. В данном случае "применение" означает механизм унификации (обобщения), который постоянно используется в данной формальной теории. Для этого, наряду с другими возможностями, имеются такие обозначения как звездочка " $*$ " (повторяемость или отсутствие элемента), " $\wedge$ " (факультативность) и т.д.

Если в процессе применения a- правила к r-представлению это последнее удовлетворяет требованиям (смыслу записи) a, то r заменяется его унификацией, которая выражена в правой части a-правила.

Если попытка унификации терпит неудачу, т.е. r-представление не удовлетворяет требованиям a, то существуют две возможности и, соответственно, два типа генераторных A-правил:

- когда r остается без изменений, a-правило называется "мягким" A-правилом;
- когда r-представление отменяется, a-правило называется "строгим" A-правилом.

Третий тип A-правил построен таким образом, что он блокирует дальнейший процесс унификации, так как r-представление признается неправильным. Поэтому такое правило, которое называется "разрушающим" A-правилом, описывает заведомо ошибочные Y-представления. Соответственно, если во время проверки на совпадение, Y удовлетворяет требованиям a-правила, то оно разрушается.

Трансляторные A-правила являются естественным аналогом генераторных A-правил. Любое трансляторное A-правило располагает левой и правой частью. Синтаксис обоих частей правила является идентичным синтаксису генераторных A-правил т.е. имеет вид:

$$argspec \rightarrow argspec$$

Смысл этих правил заключается в следующем: трансляторные A-правила применяются к парам неких представлений, состоящих из исходного S-представления и его перевода $T(S)$. Левая часть трансляторных A-правил подбирает S таким же образом, как и в случае обычных B-правил. Если S совпадает с левой частью трансляторного A-правила, то правая часть пробует "обобщить" (унифицировать) $T(S)$. Если унификация завершается удачно, то $T(S)$ заменяется результатом обобщения. Если унификация завершается неудачей, опять может иметь место два случая:

- в $T(S)$ ничего не меняется ("мягкое" A-правило);
- $T(S)$ отменяется ("строгое" A-правило).

Как и в случае генераторных A-правил, могут быть определены "разрушающие" A-правила, эксплицитно описывающие представления, которые должны быть "уничтожены".

Теперь, если M_{ij} определить как множество всех трансляторных A-правил для перевода между уровнями описания текста L_i и L_j, то использование трансляторных A-правил

вил аналогично применению генераторных A-правил, т.е. после применения каждого трансляторного B-правила проверяются все правила из M_{ij} .

<u>Понятие характеристики</u>. Понятие характеристики рассматривается как часть формального метаязыка и множества признаков(алфавитом), в котором и с помощью которого должны быть описаны различные уровни представления текста. Описание совокупности характеристик некоего уровня является обязанностью описательной лингвистики. Мы хотели бы лишь подчеркнуть ещё раз, что должно быть четкое разграничение между различными типами явлений, связанных с представлением текста на разных уровнях, например, такими, как иерархические отношения и таксономические типы отношений "класс-подкласс" и органичения, налагаемые на совместную встречаемость.

Общая концепция понятия "характеристика" концентрируется вокруг идеи, согласно которой единицы базисного лингвистического описания составляют необходимое множество пар типа "характеристика/ значение". Если задано множество характеристик и множество значений, можно сконструировать четкое множество возможных пар упомянутого типа. Задание обоснованного множества характеристик и их описание обусловлено необходимостью, согласно которой множество характеристик имеет свою четкую структуру. Отношение, определяющее такую структуру, называется "ограничением на совместную встречаемость характеристик".

Далее, для более четкого отражения лингвистического смысла, который лежит в основе этой идеи, используется термин "обобщенная связка характеристик". Для описания такой связки используется форма, в которой она встречается в представлениях и дескрипторах (конструкторы, A-правила, левая час

T -правил трансляции и т.д.).

Если представить умозрительно, то связка является множеством элементов формы "атрибут/значение":

$$\{a1 = v1, a2 = v2, \ldots, a_n = v_n\},$$

где $a1, a2, \ldots, a_n$ -характеристики, значениями которых могут быть:

- переменная (с конкретным именем или без имени, обозначенная "__");
- константа;
- отрицательная константа (обозначается "$\sim$ константа");
- связка отрицательных констант.

Например,

$\{cat = v,\ number = -,\ person = \sim 3rd,\ finitness = +,\ tense = \sim none,$
$verbtype = -,\ nountype = none,\ preptype = none, \ldots\}$

может быть частью связки характеристик личного глагола, который не является глаголом 3-го лица, не определен в отношении числа и типа глагола и,как и все глаголы,не располагает естественным значением для типа существительного или предлога.

Форма связок характеристик в дескрипторах является такой же, как и в представлениях, за исключением того, что дескриптор может содержать характеристики как типа $attr =_s value$, так и $attr = value$.Первый называется "$=_s$ характеристикой", второй "=характеристикой"; т.е. дескрипторные связки характеристик похожи на связки характеристик для представлений,но могут также содержать:

$a =_s$ переменная

$a =_s$ константа

$a =_s$ отрицательная константа

$a =_s$ связка отрицательных констант

Дескриптор, включающий "$=_s$ характеристику" $a/=_s v/$, не удовлетворяет требованиям представления с характеристикой $a/=-$, тогда как дескриптор, содержащий соответствующую характеристику в виде "=характеристики", удовлетворяет такому представлению. Следовательно, смысл записи "$=_s$" можно рассматривать как "строго эквивалентен" и будем говорить о строгом совпадении характеристик.

Для большей эффективности любая связка допускает наличие в ней некоторого значения для каждого атрибута (по крайней мере " _ "), так как связка характеристик рассматривается скорее как список или вектор, чем простое множество характеристик. Тем не менее, нижепредставленную запись можно считать сокращенным описанием вышепредставленного примера:

{cat=v, person=~3rd, finitness=+,
tense=~none, nountype=none, preptype=none},

так как нет необходимости эксплицитно выражать характеристики, которые в качестве значения располагают переменными без конкретного имени.

<u>Грамматики-генераторы и грамматики-трансляторы</u>. С помощью описанной метатеории и соответствующего метаязыка для каждого уровня описания текста строится т.н. "грамматика-транслятор", состоящий из конструкторов, атомов и характеристик, реализованных в Б-правилах и Д-правилах различного типа, содержащих обобщения-унификации, касающиеся конструкторов и атомов. В общей сложности таких грамматик-генераторов четыре:

- Описание уровня морфологической структуры (УМС);
- Описание уровня конфигурационной (фразовой) структуры (УКС);
- Описание уровня реляционной структуры (УРС);
- Описание интерфейсной структуры (УИС).

Кроме грамматик-генераторов метатеорией предусматривается наличие T -трансляторов. По аналогии мы называем их "грамматики-трансляторы". Таких трансляторов два и обозначаются они УКС-УРС, УРС-УИС.

При анализе роль УКС-УРС трансляции заключается в том, чтобы представить эксплицитно те грамматические функции, которые закодированы в разных конфигурациях составляющих и падежных обозначениях морфологически. При синтезе УРС-УКС описывает, каким образом реализуются грамматические отношения в виде конфигураций синтаксических категорий и морфологического падежного обозначения.

Что касается УРС-УКС, то данная грамматика-транслятор устанавливает при анализе отношения между грамматическими функциями, реализованными на УРС, и глубинно-синтаксическими категориями, выявленными на УИС. При синтезе роли меняются и уже глубинно-синтаксические отношения должны быть эксплицитно выражены грамматическими функциями с помощью реляционных структур.

По структуре построения каждый транслятор совпадает с генератором и содержит B-T- и A-T- правила. Эти правила, как уже отмечалось, располагают левой и правой частью. Например, рассмотрим два правила транслятора УКС-УРС для перевода активной и пассивной фразовой конструкции в представление реляционной структуры:

t-actv=s.[$NP1!np, vp.[$GV!gov, $NP2!np, $PPSTAR!(*PP)]] → cs.($GV, $NP1, $NP2, $PPSTAR),

t-pass=s.[$NP1!np, vp. $GV!gov, pp.[prep.$NP2!np], $PPSTAR!(*PP)]] → cs. $GV, $NP2, $NP1, $PPSTAR).

Последовательность символов перед знаком "=" является названием t-правила, которое должно быть уникальным. Всё, что располагается между знаком "=" и знаком "→" является левой частью правила, а то, что следует после стрелки - правой частью. Назначение левой части состоит в том, чтобы переменные, обозначающие строчными буквами составляющие фразовой конфигурации, связать (обозначается знаком "!") с переменными следующего уровня. Каждая из них записывается заглавными буквами, перед которыми располагается знак " $ ". Синтаксис левой части идентичен синтаксису B-правил в генераторах, за исключением того, что разрешены рекурсивные определения. Правая часть (деривационное дерево правой части) является переменной/деревом, корни которого представляют собой имя конструктора выходного уровня описания текста. На следующем уровне деривационное дерево с помощью конструктора, имя которого расположено в начале деривационного дерева, преобразуется в представление данного уровня.

Теперь следует сказать еще об одном множестве T-трансляционных правил, соответствующих т.н. "интерфейсу". Оно, в отличие от других грамматик-трансляторов, является "двузначным", хотя по форме не отличается от грамматик-трансляторов; в интерфейсе также встречаем B-T- и s-T-правила, каждое из которых имеет такую же структуру, что и в других грамматиках-трансляторах. Единственная разница в том, что если в левой части t-правила имеем конструктор УИС исходного языка, то теперь в правой располагается деривационное дерево, которому предшествует имя конструктора уже выходного ЕЯ. Поэтому, чтобы отличить трансляционные правила такого типа от грамматик-трансляторов, их называют "горизонтальными правилами трансляции", тем самым закрепляя за грамматиками-трансляторами название "вертикальных T-правил".

С учетом изложенной в этой статье метатеории общая схема машинного перевода представлена на рисунке.

На схеме изображены два модуля, каждый из которых соответствует процедурам анализа и синтеза некоего естественного языка.

Подразумевается, что одна и та же грамматика-генератор используется как для анализа, так и для синтеза, только последовательность обратная. Что касается грамматик-трансляторов и интерфейса, в них должны меняться только направления стрелок, т.е. то, что во время анализа находится в левой части T-правила, при синтезе должно располагаться в правой части правил, и наоборот.

Поступила 15.XI.1988

Проблемная
лаборатория физической
кибернетики

Литература

1. D.J.Arnold, L.Des Tombe. Basic theory and methodology in EUROTRA, in.:Machine translation: theoretical and methodological issues.Cambridge, 1987.
2. D.J.Arnold et al. The ‹C,A›, T framework in EUROTRA: a theoretically committed notation for MT.in: Coling-86, Bonn, 1986.
3. О.Г.Капанадзе. Система машинного перевода "EUROTRA".Материалы совещания "Машинные фонды языков народов СССР",АН ГССР, 1987.
4. О.Г.Капанадзе. Принципы и методы проекта машинного перевода "EUROTRA".Издательство Тбилисского университета(в печати).

თ. კაპანაძე

ახალი <C,A>,T მოდელი მანქანური თარგმნისათვის

რეზიუმე

<C,A>,T ფორმალიზმის ძირითადი პრინციპების თანახმად მანქანური თარგმნის პროცესი სხვადასხვა ლინგვისტურ დონეებს შორის ბუნებრივი ენის ტექსტის ელემენტარულ ტრანსფორმაციათა მიმდევრობად განიხილება. ტექსტის აღწერის დონეებისათვის გამოიყენება ფორმალური ენა, რომელიც სპეციალისტებისათვის ადვილად შესასწავლი უნდა იყოს. ამ მოთხოვნის გათვალისწინებით ხსენებული ენის ელემენტები გენერაციული ტიპის ობიექტებად - "გრამატიკებად" განიხილება, ამასთანავე, მრავალენოვანი მანქანური თარგმნის სისტემებში ე.წ. ტრანსფერის კომპონენტი მაქსიმალურად მცირე მოცულობით უნდა აღიწეროს. შესავალი და გამოსავალი ბუნებრივი ენების ანალიზისა და სინთეზისათვის მიღებულია ოთხი განსხვავებული დონე, ურთიერთმიმართებანი დონეებს შორის წარმოდგენილია, ე.წ. "გრამატიკა-ტრანსლატორების" საშუალებით.

O.Kapanadze

A NEW FRAMEWORK FOR MACHINE TRANSLATION

Summary

The basic premiss of the new <C,A>, T framework is that the translation process should be regarded as a series of relations between representations of sentence and texts.

In machine translation (MT) representations must be linguistic, and less abstract than content representations; furthermore, the representation languages must be readily understood and easily learnable by linguists working with the systems. The latter requirement is achieved by defining representation languages as generative "grammars". A particular requirement in a multilingual system is that the transfer component should be as "simple" as possible; consequently, further levels of representation are necessary within source language analysis and target language generation - at present four levels are being suggested for each language.

Relations between representations are defined by "translations", a set of rules which are constrained by the principles of "one-shot"-ness and compositionality. The first principle requires simply that no intermediary representations be created. The second states that the interpretations of structures are functions of the interpretations of their components in a formally defined way. The notion of compositionality implies that the translation of a complex expression should be a function of translation of the basic expressions it contains, together with their mode of combination.

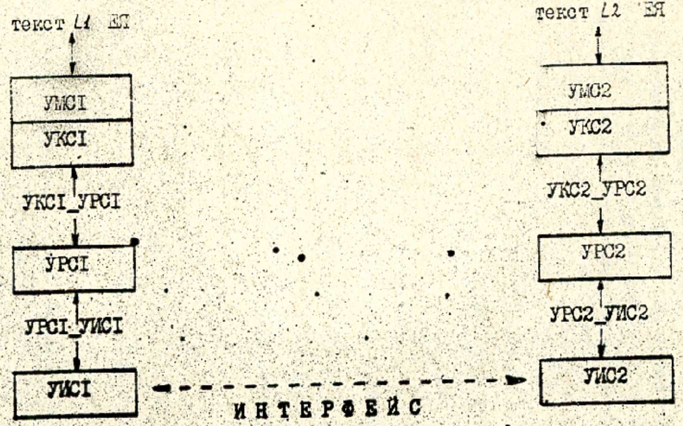

Рис. Схема машинного перевода в <С,А>, Т формализме

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

ეგმ-თან ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის სისტემებში პირდაპირი დამისამართების მეთოდის შესახებ

რ. მექელიშვილი

მართვის სისტემების დამუშავებისა და რიგ საინჟინრო-ტექნიკური ამოცანების გადაწყვეტის დროს აქტუალურია ეგმ-თან ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის დიალოგური სისტემების აგების საკითხების გადაწყვეტა.

ამ ამოცანების გადაწყვეტა რთულდება იმის გამო, რომ მართვის პროცესები შესაძლოა ხორციელდებოდეს დროის რეალურ მასშტაბში.

დიალოგური სისტემების აგებისას მნიშვნელოვან კვანძს მანქანური სიტყვარის ორგანიზების და ფუნქციონირების სისტემა წარმოადგენს. ამ უკანასკნელის ეფექტურობა დამოკიდებულია დამისამართების ფუნქციის შერჩევაზე. საინტერესოა დამისამართების პირდაპირი /ასოციაციური/ მეთოდები. ამ მეთოდებისათვის დამისამართების ფუნქცია $y=f(a')$, რომელიც ამყარებს დამოკიდებულებას ბუნებრივ სიტყვას და ეგმ-ის მეხსიერებაში შესაბამის არეებს შორის, მარტივად და დროის რეალურ მასშტაბში რეალიზებადია.

წინამდებარე შრომაში მოყვანილია პირდაპირი დამისამართების ორი მეთოდი.

ვთქვათ M_ℓ არის A ალფავიტის /რომელიმე ბუნებრივი ენის ანბანის/ ℓ ასოსაგან შედგენილი ბუნებრივ სიტყვათა სიმ-

ნაკლე. ჩავწეროთ სიტყვის i-ური პოზიციის ასო გალუას $GF(2)$ ველზე განსაზღვრულ m-განზომილებიანი ვექტორის /მრავალწევრის/ სახით: $\beta^{(i)}=\beta^{(i)}(x)=\beta(x)\,x^{(i-1)m}$, სადაც $\beta^{(1)}=\beta=(\beta_0,\dots,\beta_{m-1})$, $i=1,\dots,l$ /თუ სხვა მოსაზრებით არ ვიხელმძღვანელებთ, ჩვეულებრივ m-ის სიდიდე ბაიტის განზომილების ტოლია, ანუ $m=8$-ს/. მაშინ l-ასოიანი სიტყვა ასე ჩაიწერება

$$\alpha=(\beta_1^{(1)}\cdots\beta_l^{(l)})\in V_n\,, \qquad (1)$$

სადაც V_n n-განზომილების ვექტორული სივრცეა, განსაზღვრული $GF(2)$ ველზე.

პირდაპირი დამისამართების პირველი მარტივი მეთოდები $y=f(x)$ ფუნქციის მისაღებად იყენებდნენ ევკლიდეს ჩვეულებრივ ალგორითმს /1,2/. თუ α-ს ორობით ჩანაწერს რიცხვის სახით წარმოვიდგენთ, მაშინ $p>1$ ფიქსირებული და q, s მთელი რიცხვებისათვის გვექნება

$$\alpha=pq+s, \qquad (2)$$

ე.ი. (2)-ის მიხედვით შესაძლოა $\alpha_i \to s_j$ დამოკიდებულების მიღება და მანქანური სიტყვარის ორგანიზება.

პირდაპირი დამისამართების მეთოდის საჭიროების საწინააღმდეგოდ შეიძლება ითქვას, რომ უნივერსალურ მანქანებს ძალუძს ოპერატიულ მეხსიერებაში დიდი სიმძლავრის სიტყვარის დამახსოვრება /სიტყვათა შორის გარკვეული რიგის დაცვის გარეშე/ და საჭირო სიტყვის მოძებნა გადასინჯვის მეთოდის გამოყენებით, და რომ არსებობს მზა პროგრამები. მაგრამ ასეთი გზით ამოცანის გადაწყვეტა დროის რეალურ მასშტაბში მძლავრი უნივერსალური მანქანებისათვის კიდევაც რომ მიიღწეოდეს, იგი არ გამოდგება პერსონალური კომპიუტერებისათვის.

ალგორითმი, რომელიც ეყრდნობა (2) დამოკიდებულებას ამ მისი მრავალწევრების სახით ჩანაწერების ანალიზს, ნაკლებად ეფექტური აღმოჩნდა /2/.

პირველი მნიშვნელოვანი შედეგი ამ მიმართულებით კოდირების ალგებრული სისტემების გამოყენების თვალსაზრისით /კერძოდ /3/ ალგორითმით/ მიღებული იყო /4/ შრომაში. აქ დამისამართების ფუნქციას წარმოადგენს:

$$S=\alpha H^T, \qquad (3)$$

სადაც H^T არის H მატრიცის ტრანსპონირებული მატრიცა, $H(n\times r)$ – მატრიცაა, რომელიც აიგება $M=\bigcup_{\ell=1}^{r_0} M_\ell$ სიმრავლის მიხედვით /3/ ალგორითმის გამოყენებით. საინტერესოა, რომ ნებისმიერი $\alpha_1\neq\alpha_2\in M$ სიტყვათა წყვილისათვის და (3)-ით განსაზღვრული $S_1=\alpha_1 H^T$, $S_2=\alpha_2 H^T$ მისამართებისათვის გვექნება:

$$S_1\neq S_2. \qquad (4)$$

(4) პირობა შესაძლებლობას იძლევა ავაგოთ არაკოლიზიური მანქანური სიტყვარი $\alpha_i\longleftrightarrow S_i$ ერთიერთცალსახა დამოკიდებულებით.

/4/ შრომაში წარმოდგენილ ალგორითმს აქვს შემდეგი ორი ძირითადი ნაკლი: 1. ძალიან შრომატევადია H მატრიცის აგება /თუ $N(M)$ M სიტყვარის სიმძლავრეა, მაშინ ალგორითმს დასჭირდება $C^2_{N(M)}$ რაოდენობის სიტყვების (1) შედარება-გაანალიზება; 2. ეგმ-ის მეხსიერების შევსების კოეფიციენტი $\eta=N(M)/2^r$ არ არის მაღალი /ხშირად $\eta<0,5$/.

ცხადია, კარგი იქნებოდა მიგვეღო H მატრიცის აგების ისეთი არაკოლიზიური მეთოდი, რომლისთვისაც $\eta\approx 1$, ხოლო ახალი სიტყვების შეტანა სიტყვარში გამოიწვევდა სისტემის მნიშვნელოვან ცვლილებებს. მაგრამ, როგორც ჩანს, ასეთი მეთოდის მი-

ლება შეუძლებელია. ამიტომ საზოგადოდ მიზანშეწონილია H მატ-რიცის არა აგება, როგორც ამას ადგილი აქვს /4/ შრომაში, არამედ მისი გარკვეული წესით შერჩევა და მისი გამოყენება კოლიზიური სისტემის ასაგებად ჰეშ-ფუნქციის სახით.

ასეთია შემდგომი შესაძლო ნაბიჯი პირდაპირი დამისამართე-ბისათვის კოდების ალგებრული მეთოდების გამოყენების თვალსაზ-რისით და იგი შემდეგში მდგომარეობს.

ვთქვათ H მატრიცა, – $V \subset V_n$ ქვესივრცის ნულოვანი ბაზისი, წარმოადგენს პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი რიბე-ლიმე (n, K) – კოდის შემამოწმებელ მატრიცს /5/:

$$H = \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \end{bmatrix} \tag{5}$$

სადაც $H_1 = [I_1, I_2 \ldots I_{K_0}]$; I_i $(i = 1, \ldots, K_0)$ m რი-გის ერთეულოვანი მატრიცაა; $H_2 = [g^0 g^1 \ldots g^{n-1}]$; $g^i = (g_0^{(i)}, \ldots, g_{m-1}^{(i)})$ არის m-განზომილებიანი ვექტორ-სვეტი, რომელიც წარმოადგენს გალუას $GF(2^m)$ ველის მულტიპლიკატიური ჯგუფის i-ური ელემენტის ორობით ჩანაწერს. ცხადია, $\alpha \in M(1)$ სიტყვები, რომლებიც მდებარეობენ V_n / V ფაქ-ტორჯგუფის ერთიდაიმავე მოსაზღვრე კლასში, ჩაიწერებიან ერთ მი-სამართზე და მათი მოძებნა ალგორითმის ფუნქციონირების დროს შე-საძლებელი იქნება (2) პირობის მიხედვით დროის რეალური მასშტა-ბის განმავლობაში.

აქ წარმოდგენილი ალგორითმის პროგრამული რეალიზაციის შე-დეგები მოცემულია /6/ შრომაში.

აღსანიშნავია, რომ H მატრიცად პაკეტური შეცდომების გამასწორებელი კოდის შემამოწმებელი მატრიცის შერჩევა შემთხვე-ვითი არ არის /თუმცა, საზოგადოდ, ჰეშ-ფუნქციის მისაღებად შე-იძლება გამოდგეს გარკვეული რანგის ნებისმიერი მატრიცა/. უნდა ვ-

ვარაუდოთ, რომ პაკეტური შანთლი /7/, თუ პაკეტის სიგრძეს ავიღებთ ბაიტის მნიშვნელობის ტოლს, გარკვეული გაგებით შესაძლოა გვაძლევდეს ბუნებრივი სიტყვარების მსგავს სისტემას და მისამართო კლასებში α სიტყვების დაახლოებით თანაბარ კოლიზიას.

ქვემოთ აღწერილია ასოციატიური დამისამართების ახალი ალგორითმი. ვთქვათ h_j $(j=1,\dots,n)$ არის t-ჯერადი შეცდომების გამასწორებელი წრფივი (n,k)-კოდის შემამოწმებელი H მატრიცის j-ური ვექტორ-სვეტი. დავამყაროთ გარკვეული წესით ცალსახა თანადობა A ალფავიტის ასოებისა და h_j ვექტორების შორის: $\beta_j \longleftrightarrow h_j$ (h_j ვექტორის განზომილება მატრიცის რანგის ტოლია და უდრის $n-k=\Gamma$). მაშინ ნებისმიერი მიცემული $\alpha=(\beta_{j_1}\cdots\beta_{j_\ell})\in M_\ell$ $(j_1\neq\cdots\neq j_\ell\in\{1,\dots,n\})$ სიტყვისათვის მისამართის (3) პირობის ანალოგიურ მნიშვნელობას მიგვცემს

$$S=h_{j_1}+\cdots+h_{j_\ell}$$

<u>მაგალითი</u>. განვიხილოთ წრფივი $(31,16)$-კოდი. იგი ასწორებს $t\leq 3$ შეცდომას, ე.ი. მისი შემამოწმებელი მატრიცის ნებისმიერი $w\leq 6$ სვეტი წრფივად დამოუკიდებელია /8/. ვთქვათ გვაქვს გარკვეული ცალსახა თანადობა ბუნებრივი სიტყვარის ასოებსა და h_j ვექტორებს შორის: $\beta_j\leftrightarrow h_j$ $(j=1,\dots,31)$, $\Gamma=15$. H მატრიცის თვისებებიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ თუ $\ell\leq 3$, არ მოიძებნება ისეთი წყვილი $\alpha_1\neq\alpha_2\in M_{\ell\leq 3}$, რომლისათვისაც $S_1'=S_2$ /გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც $S_1'=S_2'=0$ ან α_1,α_2 სიტყვები ასოთა ერთიდაიგივე კომბინაციებისაგან შედგებიან/. საზოგადოდ, თუ $W\leq 2t$, მაშინ ანალოგიური მსჯელობა შესაძლოა $M_{\ell\leq t}$ სიტყვარისათვის. მაგალითად, განხილული სიტყვარისა-

ვის ერთდაიგივე წყობის მისამართის (6) ეთანადებიან სიტყვე-ბი– "მამა" და "ბაბა"; მაგრამ გამოთვლების გარეშე შეიძლება ითქვას, რომ (6) პირობის მიხედვით სხვადასხვა მისამართი აქვთ სიტყვათა წყვილებს – "ბარი" და "და", "ხმა" და "რძე", "ერთ" და "ერი" და ა.შ.

დასასრულ უნდა შევნიშნოთ, რომ განხილული სტრუქტურისა-თვის შეიძლება ვისარგებლოთ ცნობილი წრფივი კოდის შემამოწ-მებელი მატრიცით, მაგრამ გარკვეული [illegible] საინტერესოა ჯგუ-ფური შეცდომებისათვის გამსწორებელი კოდების გამოყენება /5,9/.

მიღებულია 18.XI.1988

ფიზიკური კიბერნეტიკის
პრობლემური ლაბორატორია

ლიტერატურა

I.Д.Кунт. Искусство программирования для ЭВМ, т.3. М.,Мир, I978.

2.Б.Мейер, К.Бодуен, Методы программирования, т.2,М.,Мир, I982.

3.Р.Р.Варшамов. Математические методы повышения надежности реальных систем связи. Изв.АН СССР, Техническая кибернетика, № 4, I964.

4.Г.Г.Ананиашвили, З.И.Мунджишвили, Н.Н.Бичинашвили, Идентификация слов естественного языка в диалоговых системах. Сообщения АН ГССР, II6, № 3, I984.

5. Р.П.Мегрелишвили. Высокоэффективные коды с коррекцией пакетов ошибок, обладающие простым алгоритмом декодирования. Сообщения АН ГССР, 91, № 3, 1978.

6. Р.П.Мегрелишвили, З.И.Мунджишвили. Об одном алгоритме организации словарей в диалоговых системах. В сб.: Тр. Республиканской конференции "Проблемы построения проблемно-ориентированных диалоговых систем", т.I, Тбилиси, Мецниереба, 1985.

7. Р.П.Мегрелишвили. Об обобщенной формулировке кодового расстояния. Сообщения АН ГССР, XLVI, № 2, 1967.

8. У.Питерсон, Э.Уэлдон. Коды, исправляющие ошибки, М., Мир, 1976.

9. Р.П.Мегрелишвили. Класс (n, k)-кодов, исправляющих многократные пакеты ошибок. Труды ТГУ, кибернетика, прикладная математика, 272, 1987.

Р.П.Мегрелишвили

О МЕТОДАХ ПРЯМОЙ АДРЕСАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБЩЕНИЯ С ЭВМ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

Исследуются методы ассоциативной (прямой) адресации для общения с ЭВМ на естественном языке, основанные на алгебраических системах кодирования.

R. Megrelishvili

ON THE DIRECT-ADDRESSING METHODS IN SYSTEMS OF INTERCOURSE WITH A DIGITAL COMPUTER IN A NATURAL LANGUAGE

Summary

The methods of direct addressing in systems of communication with a digital computer in a natural language are discussed. These methods are based on algebraic coding systems.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

К ВЫРОЖДЕННЫМ СИСТЕМАМ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА ПЛОСКОСТИ

Г.Т.Макацария

Ниже всюду m, n, ν – данные целые числа ($m \geq 1$, $n \geq 1$, $\nu \geq 2$), $A = \| a_{kj} \|$ – данная квадратная n – мерная комплексная невырожденная матрица, а G – область плоскости комплексного переменного $z = x + iy$, содержащая начало координат.

Рассмотрим следующую систему дифференциальных уравнений (ср. /I/)

$$z^{\nu m} \partial_{\bar z}^{m} \omega_k + \sum_{j=1}^{n} a_{kj} \omega_j = F_k(z), \qquad (\mathrm{I})$$

$$1 \leq k \leq n,$$

где $F_k(z)$, $1 \leq k \leq n$, – заданные в области $G \setminus \{0\}$ функции, а $\partial_{\bar z} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial}{\partial x} + i \frac{\partial}{\partial y}\right)$. Под решением системы уравнений (I) понимается система функций $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ из класса $C^m(G \setminus \{0\})$, удовлетворяющая (I) в каждой точке области $G \setminus \{0\}$. Пусть δ и σ – некоторые неотрицательные вещественные числа; обозначим через $\Omega(\delta, \sigma)$ – класс всевозможных решений системы уравнений (I), удовлетворяющих асимптотическому условию роста

$$\partial_{\bar z}^{\ell}\omega_{k} = O\left(\exp\left\{\frac{\delta}{|z|^{\sigma}}\right\}\right), \quad z \to 0, \tag{2}$$

$$0 \le \ell \le m-1, \quad 1 \le k \le n;$$

обозначим через $a(\delta,\sigma)$ класс всевозможных в области $G\setminus\{0\}$ голоморфных функций $f(z)$, удовлетворяющих условию

$$f(z) = O\left(\exp\left\{\frac{\delta}{|z|^{\sigma}}\right\}\right), \quad z \to 0; \tag{3}$$

и, наконец, обозначим через $a_p(\delta,\sigma)$ класс всевозможных функций вида

$$\sum_{\ell=0}^{p} \bar z^{\ell} f_{\ell}(z), \tag{4}$$

где p – целое неотрицательное число и $f_\ell \in a(\delta,\sigma)$, $0 \le \ell \le p$.

Пусть $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ – все собственные числа матрицы A (каждое собственное число выписано столько раз, какова его кратность) и положим

$$\delta_0 \equiv \min_{1\le k\le n} |\lambda_k|. \tag{5}$$

Ясно, что $\delta_0 > 0$.

Имеет место следующая теорема.

<u>Теорема</u>. Пусть вещественные неотрицательные числа δ и σ такие, что либо $\sigma < \nu - 1$ (δ – произвольное), либо

$$\sigma = \nu - 1, \quad \delta < \sqrt[m]{\delta_0}\, \cos \pi\beta, \tag{6}$$

где β - некоторое число, для которого выполнено неравенство

$$\max\left\{0, \frac{\nu-3}{2\nu-2}\right\} < \beta < \frac{1}{2}. \tag{7}$$

Пусть далее для некоторого целого неотрицательного числа p функции $F_k(z) \in \mathfrak{A}_p(\delta,\sigma)$, $1 \leq k \leq n$. Тогда в классе $\Omega(\delta,\sigma)$ система уравнений (I) имеет решение и оно единственно.

Ниже, на основе хорошо известной схемы из теории линейных обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами (см., например, /2/), изложен способ нахождения решения системы уравнений (I).

Не ограничивая общности, будем считать, что матрица $\mathcal{A}$ - треугольная, т.е. $a_{kj} = 0$ при $k < j$ (к этому случаю приводится любая система уравнений вида (I) путем линейного преобразования системы неизвестных функций). Тогда будем иметь

$$\begin{aligned}
&z^{\nu m}\, \partial_{\bar z}^{m} \omega_1 + \lambda_1 \omega_1 = F_1(z),\\
&z^{\nu m}\, \partial_{\bar z}^{m} \omega_2 + \lambda_2 \omega_2 = F_2(z) - a_{21}\omega_1\\
&\text{-----------------------------}\\
&\text{-----------------------------}\\
&z^{\nu m}\, \partial_{\bar z}^{m} \omega_n + \lambda_n \omega_n = F_n(z) - \sum_{j=1}^{n-1} a_{nj}\,\omega_j
\end{aligned} \tag{8}$$

Пусть

$$F_1(z)=\sum_{\ell=0}^{p}\bar{z}^{\ell}H_\ell(z), \tag{9}$$

и будем искать решение первого уравнения из (8) в виде

$$\omega_1(z)=\sum_{\ell=0}^{p}\bar{z}^{\ell}\mathcal{X}_\ell(z), \tag{10}$$

где $\mathcal{X}_\ell(z)$, $0\le\ell\le p$, – неизвестные в области $G\setminus\{0\}$ голоморфные функции. Подставляя (9) и (10) в первое уравнение из (8), получим следующие формулы:

$$\mathcal{X}_\ell(z)=\frac{H_\ell(z)}{\Lambda_1}, \tag{11}$$

определяющие функции $\mathcal{X}_\ell(z)$ для индексов ℓ, удовлетворяющих неравенству

$$\max\{0,\,p-m+1\}\le\ell\le p. \tag{12}$$

Тем самым при $p-m<0$ найдены все функции $\mathcal{X}_\ell(z)$, $0\le\ell\le p$. Если $p-m\ge0$, то формулами

$$\mathcal{X}_\ell(z)=\frac{H_\ell(z)}{\Lambda_1}-\frac{(\ell+m)!}{\ell!\,\Lambda_1}\,\bar{z}^{m}\mathcal{X}_{\ell+m}(z) \tag{13}$$

определяются функции $\mathcal{X}_\ell(z)$, где

$$0\le\ell\le p-m. \tag{14}$$

Таким образом, на основе (II)-(I3) построено решение вида (I0) первого уравнения из (8). Поскольку $F_1 \in \mathcal{A}_p(\mathcal{E},\sigma)$, то ясно, что и построенное решение $\omega_1 \in \mathcal{A}_p(\mathcal{E},\sigma)$. Далее, подставляя построенное решение ω_1 во второе уравнение из (8), аналогично сказанному выше построим функцию ω_2 и, продолжая таким же образом, построим систему $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n$ решений из класса $\mathcal{A}_p(\mathcal{E},\sigma)$. Очевидно, что построенная система решений системы дифференциальных уравнений (8) принадлежит классу $\Omega(\mathcal{E},\sigma)$ и в силу сформулированной теоремы в классе $\Omega(\mathcal{E},\sigma)$ других решений нет.

Поступила 22.XI.1988

Кафедра высшей математики

Литература

I. Г.Т.Макацария. К теоремам типа Лиувилля для одного класса сингулярных эллиптических систем первого порядка с двумя независимыми переменными. Труды Ин-та прикладной математики им. И.Н.Векуа, 1988, т.28, с.12-19.

2. Ф.Хартман. Обыкновенные дифференциальные уравнения.М., Мир, 1970- 720 с.

გ. მაკაცარია

ორგანზომილებიან გადაგვარებულ ელიფსურ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებისათვის

რეზიუმე

(1) სახის განტოლებათა სისტემებისათვის მიღებულია გარკვეული კლასის ამონახსნის არსებობისა და ერთადერთობის დებულება.

G.Makatsaria

ON DEGENERATE SYSTEMS OF ELLIPTIC DIFFERENTIAL EQUATIONS IN PLANE

Summary

The existence and uniqueness of solutions of a certain class are established for (1) type systems of differential equations.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები
294, 1989

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

А.Г.Кевхишвили

В области искусственного интеллекта главным направлением исследований и практических приложений служат в настоящее время так называемые экспертные системы. Экспертная система есть некоторая система программирования, "настроенная" на конкретные приложения. Эта "настройка" выполняется экспертами в данной прикладной области и заключается в представлении в некотором формальном языке различных существенных закономерностей и правил, составляющих значительную часть знаний этих экспертов о данном приложении. Поэтому разработка техники формального представления знаний является одной из важных задач искусственного интеллекта. Для того чтобы облегчить работу эксперта, который часто не является специалистом в области программирования, необходимо снабдить его таким формализмом представления знаний, который был бы машинно-независимым и не требовал глубокого проникновения в детали реализации и способы программной интерпретации этого формализма. Таким образом, этот формализм должен иметь высокий уровень и, в частности, включать различные средства абстракции, позволяющие "подавлять" детали представления. В работе в качестве такого формализма предлагается концептуальный язык и описывается проект процесса концептуализации предметной области.

Каждая задача решается с привлечением предметной области, в которую эта задача "погружена". Предметная область - это все предметы и события, составляющие основу общего понимания представленной информации /I/. Типичная предметная область мысленно представляется как состоящая из реальных и/или абстрактных объектов (сущностей). Между объектами могут наблюдаться различные ассоциации и отношения подобия (сходства). Ассоциации объектов можно также рассматривать как объекты. Совокупность подобных объектов в предметной области составляют класс объектов, также рассматриваемый как новый объект.

Процесс концептуализации предметной области заключается в выборе и спецификации подходящих понятий, отвечающих сущностям предметной области. Спецификация системы этих понятий выполняется в концептуальном языке. Результатом концептуализации служит некоторое описание в концептуальном языке, называемое концептуальной схемой (предметной области).

Для того чтобы концептуальные схемы допускали формальную интерпретацию, необходимо дать формальную модель понятия. Конечно, сам термин "понятие" имеет много различных общих и технических смыслов, но мы должны определить такой его смысл, который можно было бы естественно приближать символьным структурам в компьютере.

Следуя Г.Фреге, каждое имя имеет денотат и концепт. Говорят, что имя A обозначает свой денотат $d(A)$ и выражает свой концепт $c(A)$. Денотат - это та сущность предметной области, которая обозначается именем A. Если денотат является классом, то имя называется генерическим (или родовым, нарицательным).

На самом деле денотат имени, как правило, не однозначен. Так, если предметная область связана задачей моделирования динамической системы, а имя обозначает динамическое (меняющееся во времени) отношение между объектами, то денотат $d(\mathcal{A})$ будет зависеть от времени. В общем случае денотат имени зависит от так называемой точки соотнесения - абстрактной сущности (обычно явно не включаемой в предметную область), знание которой позволяет уже однозначно определить денотат. Подчеркивая зависимость денотата имени $\mathcal{A}$ от точки соотнесения γ, пишем $d_\gamma(\mathcal{A})$. Таким образом, мы имеем так называемый "расслоенный треугольник Фреге", показанный на рисунке. Здесь γ и γ' - какие-либо элементы множества Γ всех точек соотнесения.

Формально моделируя треугольники Фреге, мы считаем, что их элементы представляются именами, которые могут быть как простые, так и составные. Таким образом, в фиксированной ситуации формального моделирования задано (напр., при помощи подходящей порождающей грамматики) множество U всех имен, и каждому имени $\mathcal{A}$ соотнесено непустое (как правило, счетно-бесконечное) множество $U^{\mathcal{A}} \subseteq U$, называемое универсумом этого имени. Экстенсионал имени $\mathcal{A}$ в точке соотнесения γ есть по определению пара $E_\gamma^{\mathcal{A}} = (F_\gamma^{\mathcal{A}}, \sim_\gamma^{\mathcal{A}})$, где $F_\gamma^{\mathcal{A}} \subseteq U^{\mathcal{A}}$, а $\sim_\gamma^{\mathcal{A}}$ - эквивалентность, заданная на $F_\gamma^{\mathcal{A}}$. Денотатом имени $\mathcal{A}$ в точке соотнесения γ мы тогда считаем фактор-множество $d_\gamma(\mathcal{A}) = F_\gamma^{\mathcal{A}} / \sim_\gamma^{\mathcal{A}}$. Полный экстенсионал имени $\mathcal{A}$ - это семейство $E^{\mathcal{A}} = \{E_\gamma^{\mathcal{A}} / \gamma \in \Gamma\}$.

Неформально, концепт имени - это то, что бывает усвоено, когда это имя понято человеком. Если имя понято "идеально", то мы должны знать все его денотаты во всех точках соотнесения. Поэтому можно формально отождествить концепт имени $\mathcal{A}$ с парой $c(\mathcal{A}) = (U^{\mathcal{A}}, E^{\mathcal{A}})$.

Формальными понятиями мы считаем формальные концепты имен. Таким образом, формальное понятие имеет имя $\mathcal{A}$, универсум U^{A} и экстенсионал E^{A} .

Для интерпретации концептуальных языков нашей информационной технологии мы выбираем области имен U следующей структуры. Исходными именами, из которых потом строятся составные имена в U , являются простые имена, которые разделяются на индивидные и генерические. На множестве простых имен задается бинарное отношение $\prec$, связывающее некоторые индивидные имена с некоторыми генерическими. Множество составных имен из U по определению состоит из всевозможных кортежей вида $[A_1 : a_1, \ldots, A_n : a_n]$, где $a_j \prec A_j$, причем все $A_j : a_j$ в кортеже должны быть различными.

На первом этапе процесса концептуализации описываются потоки объектов, циркулирующие в моделируемой системе. Для этого используется концептуальный язык, стоящий на верху иерархии и называемый языком потоковых диаграмм (ПД). ПД есть вариант диаграммы потока данных и представляет собой ориентированный граф, вершины и дуги которого помечены именами понятий. Метки дуг - это имена понятий (объектов), а метки вершин - это имена актаций, актантов и площадок. Актация - это понятие, обозначающее класс сущностей, представляющих собой отдельные действия над объектами; актант - понятие, обозначающее класс сущностей, которые являются источниками (испускают объекты) и/или назначениями (принимают объекты); площадка - понятие, обозначающее класс сущностей, представляющие собой объекты вместе со структурами их хранения; поток - понятие, обозначающее класс перемещаемых объектов.

На самом деле, однако, в ПД не содержится явно никакой информации о структуре перемещаемых объектов и структуре хранения объектов. Такая информация вводится на втором этапе.

Используемый на этом этапе концептуальный язык включает предложения для спецификации аггрегации, таксономии и итерации понятий /3/. Таким образом, мы получаем так называемую структурную концептуальную схему (СКС), специфицирующую универсумы всех понятий, входящих в ПД/4/.

Концептуальная схема ПД+СКС не содержит информации о том, как на самом деле выполняются действия, составляющие актации. Такая информация вводится на третьем этапе. Здесь используется язык так называемых концептуальных сетей Петри (КСП). Предложения КСП (переходы) имеют вид продукционных правил:

$$A_1(\alpha_1), \ldots, A_p(\alpha_p) \longrightarrow B_1(\beta_1), \ldots, B_q(\beta_q),$$

где A_i, B_j - площадки и/или актанты, находящиеся в окрестности некоторой актации, причем из A_i ведут дуги в эту актацию, а в B_j ведут дуги из этой актации. Через α_i и β_j обозначены условия на элементы экстенсионалов понятий A_i и B_j формулируемые с использованием селекторов и отношений на доменах, в которых эти селекторы принимают значения. При этом α_i играют роль предусловий для выполнения актации, а β_j - роль послеусловий, которые должны быть истинны на объектах, получаемых в результате выполнения актации.

Концептуальная схема ПД+СКС+КСП не содержит информации о длительности действий, входящих в актации. Эта информация может быть введена на четвертом этапе. Здесь используется концептуальный язык, предложения которого напоминают переходы концептуальных сетей Петри. Но на этот раз в условия α_i и β_j могут включаться арифметические термы, значения которых определяют длительности действий и их производных. Таким образом, получается концептуальная схема с временной референцией (КСВ).

Концептуальная схема ПД+СКС+КСП+КСВ может не содержать еще всей интересующей нас информации о предметной области. В частности, из этой схемы может выпасть информация, естественно представляемая только в процедурной форме. Тогда на пятом этапе включаются программы, написанные на хост-языке.

Поступила 24.XI.1988 Кафедра кибернетики

Литература

1. J.J.van Griethuysen (ed). Concepts and terminology for conceptual schema and information base, ISO TC97, 1982.
2. Д.Скотт. Советы по модальной логике. В сб. "Семантика модальных и интенсиональных логик" (ред.В.А.Смирнов), М., 1981.
3. А.Г.Кевхишвили. Концептуальное моделирование систем движущихся объектов. Техн.киберн., № I, Изв.АН СССР, 1986.
4. Г.С.Плесневич. Концептуальные языки и модели данных. Техн.киберн., № 5, Изв.АН СССР, 1984.

ა. ქევხიშვილი

კონცეპტუალური ენების გამოყენება ექსპერტულ სისტემებში

რეზიუმე

კონცეპტუალურ ენებს გააჩნია აბსტრაქციის მექანიზმი და ამავე დროს არიან ობიექტზე ორიენტირებული. ამიტომ მათი გამოყენება შეიძლება ექსპერტულ სისტემებში ცოდნის წარმოსადგენად. ნაშრომში აღწერილია ცოდნის წარმოდგენის ტექნოლოგიის პროექტი, რომელიც დაფუძნებულია კონცეპტუალური ენების იერარქიაზე.

A.Kevkhishvili

THE USE OF CONCEPTUAL LANGUAGES IN EXPERT SYSTEMS

Summary

As conceptual languages are object-oriented and have good abstraction mechanisms, they can be used to represent advance information technologies. A draft is described for presenting information technology, being based on the hierarchy of conceptual language.

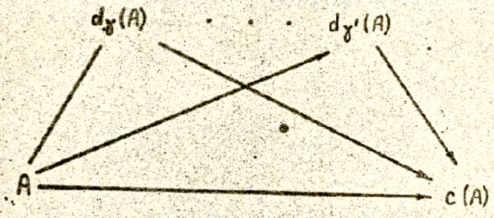

Рис.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

СХОДИМОСТЬ РАЗНОСТНОЙ СХЕМЫ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ ДВУМЕРНОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ

Н.О.Джгамадзе

I. В области $\Omega=\{(x,y,t): x,y\in(-\infty,+\infty), t\in[0,T]\}$ рассмотрим задачу Коши для уравнений двумерной газовой динамики в переменных Эйлера в случае изотермического газа с учетом источников и стоков /I/:

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\frac{\partial j_1}{\partial x}+\frac{\partial j_2}{\partial y}=f_1(x,y,t,\rho,u,v),$$

$$\frac{\partial j_1}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(j_1 u)+\frac{\partial}{\partial y}(j_2 u)+c^2\frac{\partial\rho}{\partial x}=f_2(x,y,t,\rho,u,v), \qquad (I.I)$$

$$\frac{\partial j_2}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x}(j_1 v)+\frac{\partial}{\partial y}(j_2 v)+c^2\frac{\partial\rho}{\partial y}=f_3(x,y,t,\rho,u,v),$$

$$j_1=\rho u, \quad j_2=\rho v,$$

$$\rho(x,y,0)=\rho_0(x,y), \quad u(x,y,0)=u_0(x,y), \quad v(x,y,0)=v_0(x,y), \qquad (I.2)$$

где f_ℓ, $\ell=1,2,3$, – функции, описывающие источники или стоки массы и импульса, соответственно, а ρ_0, u_0, v_0 – достаточно гладкие периодические функции с периодом L_1 по переменной x и L_2 – по переменной y.

Будем предполагать, что:

(AI) Функции $\rho(x,y,t)$, $u(x,y,t)$, $v(x,y,t)$ принадлежат классу $C^{3,3,3}(\Omega)$, существует такая постоянная $\delta>0$, что $\rho(x,y,t)\geq\delta$ при $(x,y,t)\in\Omega$, а также выполнены условия, которые гарантируют существование периодического по x и y решения задачи (I.I)-(I.2).

(A2) Функции f_ℓ, $\ell=1,2,3$, удовлетворяют условию Липшица относительно ρ, u и v с постоянной K.

2. Для задачи (I.I)-(I.2) рассмотрим двухслойную полностью консервативную разностную схему, построенную аналогично /2/:

$$
\begin{aligned}
&\rho_{ht} + \left(j_{1h}^{(0.5)}\right)_{\mathring{x}} + \left(j_{2h}^{(0.5)}\right)_{\mathring{y}} = f_{1h},\\
&j_{1ht} + \left(j_{1h}^{(0.5)} u_h^{(\sigma)}\right)_{\mathring{x}} + \left(j_{2h}^{(0.5)} u_h^{(\sigma)}\right)_{\mathring{y}} + c^2\left(\rho_h^{(0.5)}\right)_{\mathring{x}} = f_{2h},\\
&j_{2ht} + \left(j_{1h}^{(0.5)} v_h^{(\sigma)}\right)_{\mathring{x}} + \left(j_{2h}^{(0.5)} v_h^{(\sigma)}\right)_{\mathring{y}} + c^2\left(\rho_h^{(0.5)}\right)_{\mathring{y}} = f_{3h},
\end{aligned}
\qquad (2.I)
$$

где

$$\sigma = \frac{\sqrt{\rho}}{\sqrt{\hat{\rho}} + \sqrt{\rho}},$$

а $\rho_h, u_h, v_h, f_{\ell h}$, $\ell=1,2,3$, определены в области $D=\omega_{h\times h}\times\omega_\tau$,

$$\omega_{h\times h}=\{(x_i, y_j): x_i = ih,\ y_j = jh,\ i, j = 0, \pm1, \pm2, \dots\},$$

$$\omega_\tau = \{n\tau,\ n=0,1,\dots T/\tau\}.$$

При этом будем считать, что $hN=L_1$ и $hM=L_2$, где N и M – некоторые натуральные числа.

Начальные условия:

$$
\begin{aligned}
&\rho(ih, jh, 0) = \rho_0(ih, jh),\\
&u(ih, jh, 0) = u_0(ih, jh),\quad v(ih, jh, 0) = v_0(ih, jh).
\end{aligned}
\qquad (2.2)
$$

Условия периодичности:

$$
\begin{aligned}
&\rho(-h, jh, k\tau) = \rho((N-1)h, jh, k\tau),\quad \rho(ih, -h, k\tau) = \rho(ih, (M-1)h, k\tau),\\
&\rho(0, jh, k\tau) = \rho(Nh, jh, k\tau),\quad \rho(ih, 0, k\tau) = \rho(ih, Mh, k\tau),\\
&u(-h, jh, k\tau) = u((N-1)h, jh, k\tau),\quad u(ih, -h, k\tau) = u(ih, (M-1)h, k\tau),\\
&u(0, jh, k\tau) = u(Nh, jh, k\tau),\quad u(ih, 0, k\tau) = u(ih, Mh, k\tau),\\
&v(-h, jh, k\tau) = v((N-1)h, jh, k\tau),\quad v(ih, -h, k\tau) = v(ih, (M-1)h, k\tau),\\
&v(0, jh, k\tau) = v(Nh, jh, k\tau),\quad v(ih, 0, k\tau) = v(ih, Mh, k\tau)
\end{aligned}
$$

Нетрудно проверить, что если решение задачи (I.I)-(I.2) принадлежит классу $C^{3,3,3}(\Omega)$, то погрешность аппроксимации разностной схемы в каждом узле сетки составляет $O(h^2+\tau^2)$.

3. Для решения системы разностных уравнений (2.I) используем итерационный процесс:

$$\hat{x}^{(k+1)}=\varphi(\hat{x}^{(k)})+\bar{f},\ k=0,1,2,\dots \tag{3.I}$$

где $\bar{x}=(\rho_{00},\dots,\rho_{N-1,M-1},u_{00},\dots,u_{N-1,M-1},v_{00},\dots,v_{N-1,M-1})^{T}$.

и φ - вектор-функция.

<u>Лемма I</u>. Пусть $=h^{s}$ $(s>2)$ и на ℓ-ом слое выполняются неравенства:

$$0<c_1\leq\rho\leq c_2,\quad |j_1|\leq c_2,\quad |j_2|\leq c_2,$$

где c_1, c_2, постоянные. Тогда существует постоянная $h_1(c_1,c_2)$ такая, что при $h\leq h_1$ справедливы следующие утверждения:

(I) Решение задачи (2.I)-(2.2) на $(\ell+$I$)$-м слое существует.

(2) Решение на $(\ell+$I$)$-м слое удовлетворяет неравенствам:

$$\frac{c_1}{2}\leq\rho\leq c_2+\frac{c_1}{2},\quad |j_1|\leq c_2+\frac{c_1}{2},\quad |j_2|\leq c_2+\frac{c_1}{2}. \tag{3.2}$$

(3) Решение разностной задачи единственно в том смысле, что любые два решения, удовлетворяющие неравенствам (3.2), совпадают.

Если τ и h удовлетворяют условиям:

$$\frac{c^2\tau}{4h}<0.5,$$

$$\frac{\tau}{h}\left(c_2+c_1+2h\max|f_{1i}|\right)\leq\frac{c_1}{2},$$

$$\frac{\tau}{h}\left[\frac{c_1^2}{2c_1}+\frac{c_1^2}{2c_2}+(c_2+c_1)c+2h\max|f_{2i}|\right]\leq\frac{c_1}{2}.$$

$$\frac{\tau}{h}\left[\frac{c_2^2}{2c_1}+\frac{c_1^2}{2c_2}+(c_2+c_1)c+2h\max|f_{3i}|\right]\leq\frac{c_1}{2},$$

то φ является оператором сжатого отображения в области $\Omega_1=\left\{\frac{c_1}{c_2}\leq\rho_{ij}\leq c_2+\frac{c_1}{2},|j_{1ij}|\leq c_2+\frac{c_1}{2},\ |j_{2ij}|\leq c_2+\frac{c_1}{2},\ i=\overline{0,N-1},\ j=\overline{0,M-1}\right\}$ и итерационный процесс (3.I) сходится.

4. Для оценки погрешности решения задачи (2.I)-(2.2) рассмотрим функции погрешности:

$$\tilde{\rho}=\rho_h-\rho,\quad \hat{u}=u_h-u,\quad \tilde{v}=v_h-v,\quad \tilde{f}_\ell=f_{\ell h}-f_\ell,\quad \ell=1,2,3.$$

Используя метод энергетических неравенств, после несложных преобразований получим:

$$\frac{\hat{Q}-Q}{\tau}\leq M\left(Q^{(0.5)}+h^{-4}\left(Q^{(0.5)}\right)^2+\varphi^2\right), \tag{4.I}$$

где

$$Q=\left\|\frac{c\tilde{\rho}}{\rho}\right\|^2+\|\tilde{u}\|^2+\|\tilde{v}\|^2,\quad \varphi=O(h^2+\tau^2),$$

$$Q(nh,mh,0)=0,\quad n=0,\pm1,\pm2,\dots\quad m=0,\pm1,\pm2,\dots$$

Пусть τ удовлетворяет неравенству

$$1-0.5\tau M\geq 0.5,$$

тогда при $h^5=\frac{1}{M}$ и $h\leq h_1$ получим:

$$M_1\tau h^{-4}\hat{Q}^2-\hat{Q}+Q(1+M_1\tau)+M_1\tau h^{-4}Q^2+M_1\tau\varphi^2\geq 0. \tag{4.2}$$

Лемма 2. Пусть для задачи (I.I)-(I.2) выполнены условия (AI), (A2), $\tau=h^5$ $(s>2)$ и на ℓ-ом слое $(0\leq\ell\leq T/\tau-1)$ имеет место следующая оценка:

$$\max\left\{\|\tilde{\rho}\|_C,\ \|\tilde{j}_1\|_C,\ \|\tilde{j}_2\|_C\right\}<h.$$

Тогда существует постоянная $h_1>0$, зависящая от s, ϵ и минимального и максимального значения функций ρ, j_1, j_2 в Ω, такая, что при $h \leq h_1$ справедливы следующие утверждения:

(I) Разностная схема (2.I)-(2.2) на (ℓ+I)-ом слое имеет решение.

(2) Решение на (ℓ+I)-м слое удовлетворяет неравенствам:

$$\frac{6}{4} < \rho_h \leq S + \frac{36}{4}, \quad |j_{1h}| \leq S + \frac{36}{4}, \quad |j_{2h}| \leq S + \frac{36}{4},$$

где $S = \max_{\Omega} \{ \sup|\rho|, \sup|J_1|, \sup|J_2| \}$.

(3) Решение разностной задачи единственно в том смысле, что любые два решения, удовлетворяющие условиям (4.3), совпадают.

(4) Для погрешности на (ℓ+I)-м слое имеет место оценка

$$\max \{ \|\tilde{\rho}\|_C, \|\tilde{J}_1\|_C, \|\tilde{J}_2\|_C \} \leq Mh, \tag{4.4}$$

где $M > 0$ - постоянная, не зависящая от h.

<u>Лемма 3</u>. Пусть выполнены условия леммы 2, $\tau = h^{2+\varepsilon}$ $(\varepsilon > 0)$, $\|\tilde{\rho}^k\|_C < h$, $\|\tilde{u}^k\|_C < h$, $\|\tilde{v}^k\|_C < h$ для $k = 0, I, \ldots$ Тогда существует постоянная $h_0 > 0$, зависящая от ε и входных данных исходной задачи (I.I)-(I.2), такая, что при $h \leq h_0$ имеет место оценка

$$|Q^{j+1}| \leq M_1 \varphi^2 e^{2M_1 t}, \quad (\ell+1)\tau \leq T. \tag{4.5}$$

Справедливость этой леммы вытекает непосредственно из анализа корней квадратного трехчлена (4.2) и лемм из /3/.

На основании вышеизложенного доказывается теорема.

<u>Теорема</u>. Пусть выполнены условия леммы 2, тогда существует $h_0 > 0$ такое, что при $h \leq h_0$ решение разностной задачи (2.I)-(2.2) сходится к решению задачи (I.I)-(I.2) в сеточной норме L_2 со скоростью $O(h)$.

Поступила 25.XI.1988

Кафедра математического обеспечения ЭВМ

Литература

I. П.П.Волосевич, Н.А.Дарьин, Е.И.Леванов, Н.М.Схиртладзе. Задача о поршне в газе с источниками и стоками (автомодельные решения). Тбилиси, Изд.-во ТГУ, 1986, 239 с.

2. А.В.Колдоба, Ю.А.Повещенко, Ю.П.Попов. Двухслойные полностью консервативные разностные схемы для уравнений газовой динамики в переменных Эйлера. Ж.вычисл.матем. и матем.физ. 1987, т.27, № 5. с.779-784.

3. Н.О.Джгамадзе, Г.В.Меладзе, Д.В.Почхишвили. Сходимость полностью консервативной дифференциально-разностной схемы газовой динамики в двумерном случае в переменных Эйлера. Депон. ГрузНИИНТИ, 30.09.87., №340,32 с.

ნ. ჯღამაძე

გაზური დინამიკის ორგანზომილებიანი განტოლებებისათვის სხვაობიანი სქემის კრებადობა

რეზიუმე

დამტკიცებულია ეილერის ცვლადებში ჩაწერილი გაზური დინამიკის ორგანზომილებიანი განტოლებებისათვის ორშრიანი სრულიად კონსერვატიული სხვაობიანი სქემის კრებადობა იზოთერმული გაზისათვის განსახილველი ამოცანის გლუვი ამოხსნების კლასში.

N.Jgamadze

THE CONVERGENCE OF A DIFFERENCE SCHEME FOR TWO-DIMENSIONAL GAS DYNAMIC EQUATIONS

Summary

The convergance for two-layer completely conservative difference scheme for two-dimensional gas dynamic equations, written in Eulerian description for isothermic gas in class of smooth solutions of initial problem is proved.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

КОМПЬЮТЕРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ УЧАЩИХСЯ МЕТОДОМ ВЕРОЯТНОСТНО-МНОГООЦЕНОЧНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

Н.И.Гогичайшвили, А.Г.Дундуа

Для решения задачи планирования и управления народным хозяйством одно из важнейших значений приобретает проблема правильного подбора и расстановки кадров, что, в свою очередь, тесно соприкасается с проблемой профориентации молодежи.

Естественно, рассмотрение вопроса нужно начать с глобальных потребностей, с того, в каких именно кадрах нуждается народное хозяйство на данном этапе, потом уже заботиться об обеспечении его нужными кадрами.

Здесь, в первую очередь, возникает задача соответствия профессиональных интересов молодежи потребностям народного хозяйства, решение которой приводит или к задаче соответствия профессиональных интересов молодежи их профессиональным возможностям (в случае соответствия), или же к задаче перестройки системы обучения человека с целью выработки у него устойчивой психологической структуры с тем, чтобы она соответствовала условиям и нуждам жизни (в случае несоответствия), т.е. ставится вопрос о превращении внутренних резервов человека в его ресурсы (но возможно ли это и насколько это приемлемо? Тут дело имеем со сложнейшей проблемой, над которой нужно особенно задуматься). Но вернемся к задаче соответствия профес-

Этот текст, разработанный чешским ученым Мартином Юрчо, позволяет выявить как теоретические, так и практические интересы тестируемых, их направленность, интенсивность и объем. Для этого используются "каталог учебников" (теоретические интересы) и "вопросник для установления практических интересов" (практический интерес).

Количество выбранных книг или видов практической деятельности указывает на направление интересов. Для установления практических интересов нами был использован только вопросник. Опрос был проведен с 3I учащимися IO-го класса тбилисской общеобразовательной средней школы. Правило заполнения теста следующее: испытуемому дается перечень разных видов практической деятельности, из которого он в соответствии со своими интересами выбирает определенное количество видов. По тому, из какой сферы преимущественно они будут выбраны, и определяется направление интересов испытуемого к какой-нибудь профессии.

Для самооценки испытуемых использовались следующие дополнительные вопросы:

I) Какая профессия Вам нравится?

2) Какую бы профессию Вы выбрали, если Ваши субъективные данные не позволяют освоить ту профессию, которая Вам нравится?

3) Если не сбудется Ваша мечта, то какую область деятельности Вы бы выбрали? (подчеркните): а) общение с людьми, б) химия, в) искусство, г) техника, д) естествознание.

4) Любите ли Вы читать? (внеклассную литературу).

5) Есть ли у Вас особые способности? (подчеркните): а) организаторская деятельность, б) практическая деятельность,

в) искусство, г) техника.

6) Что Вас интересует больше всего?

Ответы каждого учащегося на эти вопросы оценивались также контрольными оценками учителя. В случае совпадения оценки учителя с самооценкой учащегося, ставилась общая оценка "I", а в противном случае - "О".

По данным экспериментов создан БД на СУБД "СПЕКТР".

Обработка данных производилась в диалоговом режиме с помощью интерактивного языка "СПИНТЕР".

Анализ результатов тестирования дал возможность выделить 4 группы учащихся по устойчивости их интересов:

I) учащиеся, характеризующиеся стойкими интересами в одной и той же области знания (53,3%);

2) учащиеся, имеющие стойкие интересы в разных областях знания (20%);

3) учащиеся с нестойкими интересами (20%);

4) учащиеся, у которых не удалось установить никаких интересов (9,7%). Научные дисциплины по отданным им предпочтениям расположились так:

I. Общение с людьми	- 35,5%
2. Химия	- 6,4%
3. Искусство	- 35,5%
4. Техника	- 9,7%
5. Естествознание	- 12,8%

Самооценка учащихся и оценка учителей совпадают в 80%.

Как видно из анализа, опрос малой группы респондентов выявил, что на сегодня среди учащихся более популярной областью деятельности является область общения с людьми, а на втором месте искусство.

В случае большого числа респондентов вышеописанный метод вероятностно-многооценочных экспертиз дает возможность вести более фундаментальные исследования в области изучения и прогнозирования профессиональных склонностей молодежи.

Как уже отмечалось выше, одним из важнейших моментов в жизни человека является его профессиональное становление. Для успешного направления этого процесса важное значение имеет профессиональный психологический отбор, профориентация молодежи, вступающей в трудовую жизнь.

С помощью многофакторной методики тестирования В.В.Чавчанидзе проводилось тестирование 32 студентов разных специальностей разных курсов ТТУ по оценке профессиональных способностей респондентов с применением теста Кэтела в качестве основного теста.

Тест Кэтеля состоит из 187 вопросов, на каждый из которых существует 3 варианта ответов. После ознакомления с вопросами респондент должен выбрать по одному ответу и записать "+" в соответствующую клетку, после чего экспериментатор при помощи специальных шаблонов вычислит значение всех 16 факторов и с помощью таблицы переведет в стандартные единицы. По максимумам и минимумам этих чисел можно установить профессиональные возможности человека и рекомендовать его для освоения соответствующей специальности.

Тем же студентам дали дополнительные контрольные вопросы согласно методу В.В.Чавчанидзе. Все ответы были внесены в стандартные формы /3/.

Данные были обработаны на системе типа IBM PCxT с помощью языка бейсик.

Была составлена модель-программа на бейсик , которая дает возможность внести данные в систему в диалоговом режиме, диагностировать испытуемых по Кэтелу и обработать набор данных с желаемой целью с точки зрения профориентации, а именно провести:

1) корреляцию между данными разных типов;

2) вероятностную обработку;

3) определение веса каждого вопроса;

4) выборку существенных вопросов для определения типа психологического портрета по процентным показателям (< 75%, > 25%) и т.д.

Как показала машинная обработка, результаты дополнительных вопросов для 53,2% испытуемых хорошо согласуются с теоретическими рекомендациями метода.

Общие результаты тестирования подтвердили теоретические предположения метода. В частности, данный метод:

а) исключает субъективную "реакцию" тестируемого;

б) исключает собственные метки, заранее заложенные лицами, запроектировавшими тестовую систему;

в) содержит в себе возможность самопроверки тестовой системы и, исходя из всего этого, повышает надежность теста.

В этом и заключается преимущество применяемого нами метода вероятностной экспертизы по В.В.Чавчанидзе/4/.

Ведется работа по усовершенствованию БД в области профориентации учащихся.

Поступила 29.XII.1988

Институт систем
управления АН ГССР

Литература

I. К.М.Гуревич, К.К.Платонов. Психологические аспекты воспитания трудящихся на социалистических предприятиях (Психологические проблемы эффективности и качества труда. Тезисы докладов к У Всесоюзному съезду психологов СССР. 27 июня-2 июля 1977 г., Москва).

2. В.В.Чавчанидзе. К проблеме создания автоматических вероятностно-концептуальных самоорганизующихся интеллектуальных систем. Тезисы докладов и сообщений к IУ научно-методологической конференции, 28-30 октября 1986г.,Новосибирск.

3. Н.И.Гогичаишвили. Результаты психологического тестирования игровых способностей методом вероятностных экспертиз. Труды ИСУ, 1986.

4. В.В.Чавчанидзе. Многооценочное тестирование. Проблемы тестирования (Критический анализ с точки зрения вероятностно-концептуально-полезностной модели интеллекта)(В печати).

ნ.გოგიჩაიშვილი, ა.ღუნდუა

ალბათურ-მრავალშეფასებიანი ექსპერტიზების მეთოდით მოსწავლეთა პროფესიული ინტერესების განსაზღვრის მიზნით ჩატარებული ტესტირების შედეგების კომპიუტერული ანალიზი

რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია ალბათურ-მრავალშეფასებიანი ექსპერტიზების მეთოდით მოსწავლეთა პროფესიული ინტერესების განსაზღვრის მიზნით ჩატარებული ტესტირების შედეგად მიღებული მონაცემების კომპიუტერული ანალიზის შედეგები.

აღნიშნულია, რომ ტესტირების შედეგები კარგად ეთანხმება გამოყენებული მეთოდის თეორიულ რეკომენდაციებს.

N.Gogichaishvili, A.Dundua

COMPUTER ANALYSIS OF THE TEST RESULTS CARRIED OUT TO DETERMINE THE PROFESSIONAL INTERESTS OF PUPILS BY THE PROBABILITY-MULTIESTIMATION EXPERT OPINION METHOD

Symmary

The results of computer analysis of the test data, carried out with view to determining the professional interests of pupils by the probability-multiestimation expert opinion method, are considered. It is stated that the test results are in good agreement with the theoretical recommendations of the method used.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени
государственного университета
თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო
უნივერსიტეტის შრომები
294, 1989

КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА УМЕНЬШАЮЩИХ И УКРУПНЯЮЩИХ СИСТЕМ

Д.И. Башалейшвили

Математические модели линейных и нелинейных уменьшающих и укрупняющих систем, а также методы их идентификации приведены в /I,2/.

Известно /I/, что математические свойства векторных функций $W=(W_1, W_2, \ldots, W_n, \ldots)$ и $K=(K_1, K_2, \ldots, K_n, \ldots)$ зависят от физико-химических свойств входного потока частиц и от свойств самого уменьшающего объекта. Следовательно, изменение функции W или K вызвано или изменением физико-химических свойств входного потока частиц, или изменением параметров объекта, или же одновременным присутствием обеих причин (изменением входной плотности распределения $f(x)$ функции W и K не меняются).

В промышленных условиях большинство физико-химических свойств входного потока или свойств объекта не контролируется (нет соответствующих датчиков). Поэтому желательно искать другие, косвенные методы определения количественного изменения указанных групп свойств. Иначе говоря, желательно искать ответы на два вопроса: что изменилось (диагностика) и насколько изменилось (контроль). Рассмотрим несколько возможных случаев:

I. При фиксированных значениях параметров объекта изменение функции W или K указывает на изменение только физико-хисвойства входного потока частиц.

с. если $\rho(f^1,f^2)>0$, $\rho(\varphi^1,\varphi^2)=0$ и $\rho(W^1,W^2)>0$,

то изменения свойств входного потока, объекта и функции $f(x)$ друг друга компенсируют.

д. если $\rho(f^1,f^2)>0$, $\rho(\varphi^1,\varphi^2)>0$ и $\rho(W^1,W^2)>0$,

то изменились $f(x)$, свойства объекта и входного потока частиц.

е. если $\rho(f^1,f^2)=0$, $\rho(\varphi^1,\varphi^2)=0$ и $\rho(W^1,W^2)=0$,

то техническое состояние системы не изменилось.

Аналогичные условия будут и в случае диагностики укрупняющих систем (вместо метрики $\rho(W^1,W^2)$ будет $\rho(K^1,K^2)$). Таким образом, условия а, с и е однозначно определяют одну группу изменения технического состояния системы, а условия б и д не могут выделить одну группу причин без дополнительной информации о процессе. Такой дополнительной информацией обычно является постоянство свойств объекта, если интервал времени t_2-t_1 не является слишком большим. В таких случаях условия б и д однозначно определяют изменение физико-химических свойств входного потока частиц (случай I).

Отметим необходимость функционирования схем контроля и диагностики для усовершенствования технологических процессов. Действительно, схема диагностики и значение метрики $\rho(W^1,W^2)$ или $\rho(K^1,K^2)$, определяющее меру изменения свойств входного потока частиц и (или) объекта, позволяют принять решения:

1. о годности системы выполнять свои функции.
2. о необходимости регулировки некоторых свойств входного потока частиц и (или) объекта.
3. об остановке (временной) технологического процесса.
4. об ухудшении качества до допустимого значения с целью повышения производительности объекта и др.

Таким образом, если имеется возможность определения плотностей распределения массы по размерам $f(x)$ и $\varphi(x)$ на входе и выходе уменьшающих или укрупняющих объектов (промышленных установок), то указанная процедура диагностики и контроля могут быть использованы при создании автоматизированных (или автоматических) систем управления и проектирования технологических процессов без применения или с применением существующих в настоящее время измерительных средств, количественно определяющих некоторые отдельные свойства входного потока частиц или объекта (в последнем случае идентифицируемая группа свойств уменьшается на число датчиков).

Следовательно, кроме основного применения (прогнозирование выходной плотности распределения $\varphi(x)$ для любой входной плотности распределения $f(x)$) решения задач идентификации промышленных объектов позволяют решить задачи их диагностики и контроля.

Поступила 13.II.1989

Кафедра кибернетики

Литература

I.Д.И.Бежалейшвили. Математическое обеспечение АСУ и САПР некоторых ТП (часть I). Тбилиси, 1984.
2.Д.И.Бежалейшвили. Сообщения АН ГССР, 136, № I, 1989.

დ. ბაშალეიშვილი

შემამცირებელი და გამამსხვილებელი სისტემების დიაგნოსტიკა და კონტროლი

რეზიუმე

სტატიაში დასმულია შემამცირებელი და გამამსხვილებელი სის-ტემების დიაგნოსტიკისა და კონტროლის ამოცანები და მოცემულია მა-თი გადაწყვეტის პროცედურები.

D.Bashaleishvili

DIAGNOSIS AND CONTROL OF REDUCING AND COARSENING SYSTEMS

Summary

The paper considers problems of diagnosis and control of reducing and coarsening systems. Procedures are given for solving them.

Труды Тбилисского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета

თბილისის შრომის წითელი დროშის ორდენოსანი სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

294, 1989

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ИССЛЕДОВАНИЮ СИСТЕМЫ $GI/G/1$.

Р.С.Шелегия

Рекуррентный поток, определяемый функцией $A(x)$, поступает в систему обслуживания. Длительность обслуживания требований не зависит от входящего потока и имеет произвольную функцию распределения $G(x)$.

Введем случайный процесс

$$\xi(t)=\begin{cases}\nu(t),\ \eta(t),\ \gamma(t), & \text{если } \nu(t)>0,\\ \eta(t), & \text{если } \nu(t)=0,\end{cases} \tag{1}$$

где $\nu(t)$ – число требований в системе в момент времени t, $\eta(t)$ – время с момента t до поступления следующего требования,

$\gamma(t)$ – время с момента t до окончания обслуживания требования, находящегося на приборе в момент времени t.

Положим

$$F_k(x,y)=\lim_{t\to\infty} P\{\nu(t)=k,\ \eta(t)<x,\ \gamma(t)<y\},\quad k\geq 1, \tag{2}$$

$$F_0(x)=\lim P\{\nu(t)=0,\ \eta(t)<x\},\quad k=0, \tag{3}$$

$$P_k=\lim_{t\to\infty} P\{\nu(t)=k\},\quad k\geq 0. \tag{4}$$

Покажем, что справедливы следующие соотношения:

$$F_0(x)=[F_0(x+h)-F_0(h)]+F_1(x,h)+o(h) \quad \text{при} \quad k=0, \tag{5}$$

$$\begin{gathered} F_1(x,y)=[F_1(x+h,y+h)-F_1(h,y)-F_1(x,h)]+ \\ +F_2(x,h)G(y+\alpha,h)+F_0(h)A(x+\alpha h)G(y+\alpha h)+o(h) \\ \text{при} \quad k=1, \end{gathered} \tag{6}$$

$$\begin{gathered} F_k(x,y)=[F_k(x+h,y+h)-F_k(h,y)-F_k(x,h)]+ \\ +F_{k+1}(x,h)G(y+\alpha h)+F_{k-1}(h,y)A(x+\alpha h)+o(h) \quad \text{при} \quad k\geq 2. \end{gathered} \tag{7}$$

(5) получается из следующих рассуждений: пусть $\nu(t+h)=0$ и $\eta(t)\leq x$. Тогда, либо $\nu(t)=0$ и $h<\eta(t)<x+h$, либо в момент t в системе находилось одно требование, которое за время h должно покинуть систему $(\gamma(t)<h)$, причем за время h ни одно требование не поступило $(h<\eta(t)<x+h)$. Остальные события имеют вероятность более высокого порядка малости, чем $o(h)$.

Теперь покажем справедливость формулы (6).

Пусть в момент времени $t+h$ имеет место событие $\nu(t+h)=1$, $\eta(t)<x$, $\gamma(t)<y$. Для осуществления этого события необходимо и достаточно, чтобы

I. В момент времени t в системе находилось одно требование и $h<\eta(t)<x+h$; до конца обслуживания этого требования осталось время, меньшее, чем $x+h$, но больше h $(h<\gamma(t)<x+h)$.

2. В момент времени t в системе находилось два требова-

ния, но то из них, которое обслуживалось, должно через время, меньшее чем h покинуть систему $(\eta(t)<h)$; для обслуживания следующего требования, занявшего место вызова, необходимо время меньшее, чем $y+\alpha h,\ 0<\alpha<1$. За время от t до $t+h$ ни одно требование не поступило $(h<\eta(t)<x+h)$.

3. В момент времени t в системе не было требований; за время h поступило одно требование $(\eta(t)<h)$; следующее требование поступит за время, меньшее, чем $x+\alpha h$, время обслуживания поступившего требования меньше $y+\alpha h$.

(7) доказывается следующим образом:

Пусть имеет место событие: $\nu(t+h)=k,\ \eta(t)<x,\ \xi(t)<y$. Тогда либо $\nu(t)=k$ и $h<\eta(t)<x+h,\ h<\xi(t)<y+h$, либо в момент времени t в системе находилось $k+1$ требований, но то из них, которое находится на обслуживании, покинет систему через время меньшее, чем h $(\eta(t)<h)$, а время обслуживания требования, которое в момент времени t находилось в состоянии ожидания, меньше, чем $y+\alpha h$ $(0<\alpha<1)$, либо в момент времени t в системе было $k-1$ требований, за время h поступило одно требование $(\eta(t)<h)$; следующее требование поступит за время меньше, чем $x+\alpha h$ $(0<\alpha<1)$ и $h<\xi(t)<y+h$. Остальные случаи имеют вероятность, равную $o(h)$. Заметим, что при выводе (5), (6) и (7) мы воспользовались формулой полной вероятности и формулой, вычисляющей вероятность попадания n - мерной точки в заданный параллелепипед.

В (5), (6) и (7), перейдя к пределу при $h\to 0$, получим следующие системы дифференциальных уравнений:

$$\frac{\partial F_0(x)}{\partial x}-\frac{\partial F_0(0)}{\partial x}+\frac{\partial F_1(x,0)}{\partial y}=0 \quad \text{при} \quad k=0 \qquad (8)$$

$$\frac{\partial F_1(x,y)}{\partial x}+\frac{\partial F_1(x,y)}{\partial y}-\frac{\partial F_1(0,y)}{\partial x}-\frac{\partial F_1(x,0)}{\partial y}+ \tag{9}$$

$$-\frac{\partial F_2(x,0)}{\partial y}G(y)+\frac{\partial F_0(0)}{\partial x}A(x)G(y)=0 \quad \text{при} \quad k=1,$$

$$\frac{\partial F_k(x,y)}{\partial x}+\frac{\partial F_k(x,y)}{\partial y}-\frac{\partial F_k(0,y)}{\partial x}-\frac{\partial F_k(x,0)}{\partial y}+$$

$$+\frac{\partial F_{k+1}(x,0)}{\partial y}G(y)+\frac{\partial F_{k-1}(0,y)}{\partial x}A(x)=0 \quad \text{при} \quad k\geq 2. \tag{10}$$

Решение (8), (9) и (10) будем искать в виде

$$F_0(x)=\lambda\int_0^\infty[1-A(u)]du\,\Phi_0\,, \qquad \text{если} \quad k=0, \tag{11}$$

$$F_k(x,y)=\lambda\int_0^x[1-A(u)]du\,\Phi_k(y), \qquad \text{если} \quad k\geq 1, \tag{12}$$

где

$$P_0=\Phi_0=\lim_{t\to\infty}P\{\nu(t)=0\}, \tag{13}$$

$$\Phi_k(y)=\lim_{t\to\infty}P\{\nu(t)=k,\ \gamma(t)<y\}, \tag{14}$$

$$\lambda^{-1}=\int_0^\infty[1-A(u)]du. \tag{15}$$

Введём преобразование Лапласа-Стильтеса

$$a(s_1)=\int_0^\infty e^{-s_1x}dA(x), \quad g(s_2)=\int_0^\infty e^{-s_2y}dG(y),$$

$$f_k(s_2)=\int_0^\infty e^{-s_2y}d\Phi_k(y), \quad k\geq 1. \tag{16}$$

Введём также двумерное преобразование Лапласа-Стилтьеса для функции $F_k(x,y)$, $k\geq 1$,

$$\varphi_k(s_1,s_2)=\int_0^\infty\int_0^\infty e^{-s_1x}e^{-s_2y}\frac{\partial^2F_k(x,y)}{\partial x\partial y}dxdy,\ k\geq 1. \qquad (17)$$

Положим, что

$$\varphi_0(s_1)=\int_0^\infty e^{-s_1x}dF_0(x). \qquad (18)$$

Из (11) и (12) получаем:

$$\varphi_0(s_1)=\lambda\frac{1-a(s_1)}{s_1}P_0(19),$$

$$\varphi_k(s_1,s_2)=\lambda\frac{1-a(s_1)}{s_1}f_k(s_2). \qquad (20)$$

Не ограничивая общности, можно положить

$$\int_0^\infty[1-G(u)]du=1,$$

чего всегда можно добиться изменением масштаба времени.

Применив преобразование Лапласа-Стилтьеса и (8) и учитывая выше приведенные обозначения и определения, получим:

$$\lambda s_1\varphi_0(s_1)-\lambda P_0+\lambda\frac{1-a(s_1)}{s_1}\frac{\partial\Phi_1(0)}{\partial y}=0,$$

или, что то же самое

$$\frac{1-a(s_1)}{s_1}\frac{\partial\Phi_1(0)}{\partial y}=a(s_1)P_0. \qquad (21)$$

Пусть x_0 - корень уравнения $x=a(1-x)$, тогда очевидно, что

$$\frac{1-a(1-x)}{1-x}=1. \qquad (22)$$

Подставив в (21) $s_1=1-x$ и учитывая (22), вычисляем

$$\frac{\partial\Phi_1(0)}{\partial y}=xP_0. \qquad (23)$$

Применение преобразований Лапласа-Стилтьеса к (9) даст:

$$\lambda s_1 \frac{1-a(s_1)}{s_1} f_1(s_2) + \lambda s_2 \frac{1-a(s_1)}{s_1} f_1(s_2) - \lambda f_1(s_2) -$$
$$- \lambda \frac{1-a(s_1)}{s_1} \frac{\partial \Phi_1(0)}{\partial y} + \lambda \frac{1-a(s_1)}{s_1} g(s_2) \frac{\partial \Phi_2(0)}{\partial y} +$$
$$+ \lambda a(s_1) g(s_2) P_0 = 0.$$

Отсюда получаем

$$\left[s_2 \frac{1-a(s_1)}{s_1} - a(s_1)\right] f_1(s_2) = \frac{1-a(s_1)}{s_1} \frac{\partial \Phi_1(0)}{\partial y} -$$
$$- \frac{1-a(s_1)}{s_1} g(s_2) \frac{\partial \Phi_2(0)}{\partial y} - a(s_1) g(s_2) P_0 = 0. \qquad (24)$$

Подставив в (24) $s_1 = 1-x$, будем иметь:

$$(s_2 - x) f_1(s_2) = \frac{\partial \Phi_1(0)}{\partial y} - g(s_2) \frac{\partial \Phi_2(0)}{\partial y} - x\, g(s_2) P_0 . \qquad (25)$$

Применив преобразование Лапласа-Стилтьеса к обеим частям равенства (10), получим:

$$\left[s_2 \frac{1-a(s_1)}{s_1} - a(s_1)\right] f_k(s_2) = \frac{1-a(s_1)}{s_1} \frac{\partial \Phi_k(0)}{\partial y} -$$
$$- \frac{1-a(s_1)}{s_1} g(s_2) \frac{\partial \Phi_{k+1}(0)}{\partial y} - a(s_1) f_{k+1}(s_2) \qquad (26)$$

при $k \geq 2$.

Подставив в (26) $s_1 = 1-x$, приходим к равенству:

$$(s_2 - x) f_k(s_2) = \frac{\partial \Phi_k(0)}{\partial y} - g(s_2) \frac{\partial \Phi_{k+1}(0)}{\partial y} - \qquad (27)$$
$$- x f_{k-1}(s_2), \quad k \geq 2$$

Из (14) ясно, что $\Phi_k(\infty) = P_k$, $k \geq 1$ и $\Phi_0 = P_0$. Устремив в (25) и (27) s_2 к 0, получим следующие формулы:

$$xP_0 = \frac{\partial \Phi_1(0)}{\partial y} \qquad \text{при} \quad k=0, \tag{28}$$

$$-xP_1 = \frac{\partial \Phi_1(0)}{\partial y} - \frac{\partial \Phi_2(0)}{\partial y} - xP_0 \qquad \text{при} \quad k=1, \tag{29}$$

$$-xP_k = \frac{\partial \Phi_k(0)}{\partial y} - \frac{\partial \Phi_{k+1}(0)}{\partial y} - xP_{k-1} \qquad \text{при} \quad k \geq 2. \tag{30}$$

Складывая первое уравнение со вторым, а полученное уравнение с третьим и т.д., находим, что

$$\frac{\partial \Phi_k(0)}{\partial y} = xP_{k-1}, \quad k \geq 1. \tag{31}$$

Учитывая (31), (25) и (27) примут вид:

$$(s_2 - x) f_1(s_2) = xP_0 - xg(s_2)P_1 - xg(s_2)P_0 \tag{32}$$

при $k=1$,

$$(s_2 - x) f_k(s_2) = xP_1 - xg(s_2)P_k - xf_{k-1}(s_2) \tag{33}$$

при $k \geq 2$.

Так как $f_k(s_2)$, $k=\overline{1,\infty}$, — заведомо аналитическая функция, то при $s_2 = x$ левая часть (32) обращается в нуль. Так что из (32) получаем

$$xP_0 - xg(x)P_1 - xg(x)P_0 = 0.$$

Отсюда определяем неизвестное

$$P_1 = \frac{P_0[1-g(x)]}{g(x)}. \tag{34}$$

Подставляя (34) в (32), определим неизвестное $f_1(s_2)$

$$f_1(s_2)=\frac{xP_0\left[g(x)-g(s_2)\right]}{s_2-x}. \tag{35}$$

Аналогичными рассуждениями вычисляем P_K и $f_K(s_2)$ при $K\geq 2$.

$$P_K=\frac{P_{K-1}-f_{K-1}(x)}{g(x)} \tag{36}$$

$$f_K(s_2)=\frac{x}{s_2-x}\left[P_{K-1}\left(1-\frac{g(s_2)}{g(x)}\right)+\frac{g(s_2)}{g(x)}f_{K-1}(x)-f_{K-1}(s_2)\right]. \tag{37}$$

Таким образом, по рекуррентным формулам (35), (36) и по формуле (34) последовательно можно находить P_K и $f_K(s_2)$, $K\geq 2$. Так как все P_K и $f_K(s_2)$ в качестве сомножителя имеют P_0, то его можно определить условием нормировки

$$\sum_{K=0}^{\infty}P_K=1,$$

или же складывая (28), (29), (30) и учитывая (31)

$$\sum_{K=1}^{\infty}f_K(s_2)=\sum_{K=1}^{\infty}x\,\frac{1-g(s_2)}{s_2}\,P_{K-1}. \tag{38}$$

Перейдя в (38) к пределу при $s_2\to 0$, будем иметь

$$\sum_{K=1}^{\infty}P_K=x\sum_{K=0}^{\infty}P_K.$$

Отсюда $\quad P_0=1-x.$ (39)

Заметим, что из полученных формул легко следует как формула Поллачека-Хинчина, так и формула, вычисляющая распределение вероятностей длины очереди для модели $GI/M/1$.

Поступила 15.II.1989

Кафедра
случайных процессов

Литература

1. Б.В.Гнеденко, И.Н.Коваленко. Введение в теорию массового обслуживания, "Наука", М., 1987.

რ. შელეგია

GI/G/1 სისტემის გამოკვლევისადმი ერთი მიდგომის შესახებ

რეზიუმე

დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემების თეორიის მეთოდებით გამოკვლეულია GI/G/1 სისტემა. გამოყვანილია რიგის სიგრძის განაწილების სტაციონარული ალბათობები, რომლებიც წარმოადგენენ ცნობილი შედეგების განზოგადებას.

R. Shelegia

ON AN APPROACH TO THE STUDY OF THE GI/G/1 SYSTEM

Summary

The GI/G/1 system using the methods of the theory of the systems of differential equations is studied. The stationary probability distributions of the queue length are obtained. In particular, some well-known results can be obtained.

СОДЕРЖАНИЕ

შ ი ნ ა ა რ ს ი

CONTENTS

продольных волокон друг на друга, на котором основывается теория кручения призматических тел, не имеет места.

2. В решении задачи появились новые компоненты напряжения X_x, Y_y, X_y, Z_z, которые существенно зависят как от длины и геометрии поперечного сечения ($c = a/b$), так и от упругих свойств материала.

Как показывают вычисления, при сравнительно большой длине и малой жесткости стержня эти напряжения могут оказать существенное влияние на прочность стержня, поэтому непременно следует их учесть при технических расчетах.

3. Расчеты показывают также, что значения компонентов напряжений X_x, Y_y, X_y, Z_z во всех рассмотренных случаях соотношений полуосей эллипса (поперечного сечения) примерно 8 раз меньше, чем те же значения компонентов напряжений в соответствующих точках контура поперечного сечения изотропного материала, сделанного из алюминиевого сплава ($E = 7.10^5$ кгс/см^2) той же формы и длины, находящегося в тех же условиях.

Следовательно, влияние анизотропии свойств данного материала на распределение напряжений весьма существенно.

4. Значения компонентов напряжений X_x и Z_z по мере увеличения вытянутости эллипса увеличиваются и достигают максимальных значений на концах малой оси эллипса, а на концах большой оси - равны нулю.

5. Значения компонентов напряжений Y_y по мере увеличения вытянутости эллипса уменьшаются и достигают максимальных значений на концах большой оси эллипса, а на концах малой оси равны нулю.

Таблица I

Значения упругих (технических) постоянных стеклопластика СВАМ 5:I

Модули упругости ($n \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2)						Коэффициенты Пауссона		
E_1	E_2	E_3	G_{12}	G	G_{13}	μ_{12}	μ_{23}	μ_{13}
30,5	I8,8	8,0	4,9	3,5	3,I	0,I8	0,3	0,07

Таблица 2

Значения модулей упругости стеклопластика СВАМ 5:I ($n \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2)

A	B	C	D	E	F	G	H	M	L	$R=N==Q=T$
32,07	20,I6	8,56	4,90	8,0	2,87	2,80	4,38	3,I	3,5	0,0

Таблица 3

Значения коэффициентов деформации стеклопластика СВАМ 5:I

b_1	b_2	b_3	b_{11}	b_{22}	b_{33}	b_{12}	$b_{13}=b_{23}$
0,07	0,I27	0,0	0,262	0,425	I,632	-0,047	0,0

Таблица 4

Значения нормальных напряжений σ_x/τ

($n \cdot 10^{-3}$ кгс/см)

Размеры полуосей в см		Характерные точки на контуре в радианах					
a	b	0; П	$\frac{П}{6}$; $\frac{11П}{6}$	$\frac{П}{3}$; $\frac{5П}{3}$	$\frac{П}{2}$; $\frac{3П}{2}$	$\frac{2П}{3}$; $\frac{4П}{3}$	$\frac{5П}{6}$; $\frac{7П}{6}$
5	5	0	±16,44	±28,47	±32,88	±28,47	±16,44
10	5	0	±25,38	±43,96	±50,76	±43,96	±25,38
I5	5	0	±28,22	±48,88	±56,45	±48,88	±28,22
25	5	0	±29,44	±51,86	±59,88	±51,86	±29,94

сиональных интересов молодежи их профессиональным возможностям. Очевидно, что решение этой задачи требует, в свою очередь, постановки целого ряда задач, а именно:

а) оценки профессиональных способностей;

б) прогнозирования профессиональных возможностей;

в) оценки профессиональных интересов и т.д., решение которых, под конец, приведет к постановке важнейшей задачи профессионального становления личности и которые, в свою очередь, требуют рассмотрения вопросов положительной мотивации трудовой деятельности, профессиональной подготовки, природных способностей и т.д. /I/.

Очевидно, исключение одного из этих взаимосвязанных этапов из этой цепочки задач недопустимо и, следовательно, наиважнейшее значение в решении этой проблемы приобретает наличие и разработка универсальных методов единого подхода, анализа тестирования, оценки и экспертизы естественных и искусственных сверхмногофакторных кибернетических систем /2/, банков знаний в соответствующих предметных областях.

В свете вышеизложенных проблем нами проводились исследования с целью проверки метода мультифакторного тестирования В.В.Чавчанидзе на примере задачи прогнозирования профессиональных возможностей учащихся.

Безусловно, успех в освоении профессией зависит от заинтересованности учащегося данной профессией. Поэтому особое значение имеет самовыявление собственных интересов учащихся. Именно, с этой целью проводилось тестирование учеников средней школы по методу вероятностно-многооценочного тестирования В.В.Чавчанидзе с использованием (в качестве основного) теста Мартина Кэчо.