



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

ПОДХОД К РАСШИРЕНИЮ МОДЕЛЕЙ ОТНОШЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Балашов О.В., Кондратова Н.В.

*Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2);
e-mail: smradio@mail.ru*

Рассматривается ситуационный подход к моделированию принятия решений, в частности модель статических отношений. Предлагается для определения функций принадлежности объекта к термам того или иного лингвистического признака использовать метод построения с использованием статистических данных.

Ключевые слова: метод ситуационного управления, модель, принятие решений, нечеткое отношение, лингвистическая переменная, корреляционная таблица.

THE APPROACH TO EXPANSION OF MODELS OF RELATIONS FOR MANAGEMENT OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

Balashov O.V., Kondratova N.V.

*Smolensk branch of JSC "Radiozavod", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2);
e-mail: smradio@mail.ru*

The situational approach to decision-making modeling, in particular model of static relations is studied. It is offered for definition of functions of an accessory of object to terms of this or that linguistic sign to use a method of construction with use of statistical data.

Keywords: a method of situational management, model, decision-making, the fuzzy relation, a linguistic variable, the correlation table.

Решению задач, связанных с автоматизацией управления сложными организационно-техническими системами, несомненно, будет способствовать переход от автоматизации выполнения отдельных управленческих функций и разработки автономных задач и моделей к созданию сложных программно-технических комплексов (ПТК).

В настоящее время усиленно разрабатывается теория построения систем поддержки принятия решений (СППР) [1]. Необходимо отметить, что возможности любой СППР определяются базой знаний, которая основывается на определённой модели принятия решений (ПР). Анализ особенностей процессов ПР в организационно-технических системах позволяет выдвинуть ряд требований к модели принятия решений:

- модель ПР должна быть записана на некотором языке;
- модель ПР должна формировать понятия, соответствующие используемым лицом, принимающим решения (ЛПР) в процессе ПР;
- требуется, чтобы модель ПР позволяла быстро и просто изменять правила ПР;
- желательно, чтобы модель ПР могла осуществлять прогнозирование (оценку) последствий принимаемых решений и обладала способностью к автоматическому индуктивному построению правил ПР.

Всем этим требованиям удовлетворяет ситуационный подход к моделированию ПР [2-4], поэтому допустимо заключить, что метод ситуационного управления (МСУ) применим для решения задач управления ОТС. Вместе с тем корректное применение МСУ в задачах моделирования сложных, а главное динамичных ОТС «в чистом виде» затруднено. В большинстве работ по МСУ процесс генерации управляющих решений ограничивается идентификацией текущей ситуации, которой поставлено в соответствие некоторое множество управляющих решений [4-6]. Однако ЛПР свойственно оперировать понятиями, отношениями и высказываниями с нечеткими границами и с многозначной шкалой истинности [5, 7].

Из изложенного вытекает, что необходимо осуществить расширение всех трех моделей ситуационной системы управления: модели описания элементов среды (M_1), модели ПР (M_2) и модели прогнозирования (M_3) на базе теории нечётких множеств.

Любой объект, с которым оперирует ситуационная модель управления, первоначально описывается в модели статических отношений [4, 6]. На языке гх-кодов это выглядит так:

$$x_{ij} = r_1 X_i r_2 (x_1^o \wedge \dots \wedge x_k^o), \quad (1)$$

где X_i – i -й класс объектов;

x_{ij} – j -й объект i -го класса;

x_p^o – p -й признак объекта x_{ij} , $p = \overline{1, k}$;

r_1 – отношение «быть элементом класса»;

r_2 – отношение «иметь ситуационный признак».

Каждый признак имеет следующее описание:

$$x_s^o = r_3 z$$

где z – значение признака x_s^o , $z \in Z^l$;

r_3 – отношение «иметь значение».

Объекты ОТС наряду с признаками, область изменения значений которых является подмножеством множества действительных чисел ($z \in Z^l$), имеют признаки, область изменения значений которых есть некоторое подмножество естественного языка. Причём элементы этого подмножества, как правило, определены на Z^l . Для формализации подобных признаков применим аппарат лингвистических переменных [3, 5]:

$$x_q^o = r_3 \left(\bigwedge_{l=1}^m \mu_l / T_l \right), \quad (2)$$

где x_q^o – признак, являющийся по существу лингвистической переменной;

T_l – l -й терм лингвистической переменной – элемент её множества термов T ;

μ – функция принадлежности объекта x_{ij} терму T_l ;

m – мощность множества T .

Признак объекта, имеющий описание вида (2), называется лингвистическим ситуационным признаком, а признак, имеющий описание вида (1) – обычным. Как показали результаты исследований [7], для определения функций принадлежности объекта к термам того или иного лингвистического признака целесообразно использовать метод построения с использованием статистических данных [8].

Как уже говорилось, в процессе управления ЛПР пользуется не только нечёткими понятиями, но и нечеткими отношениями. Такие отношения в моделях статических и динамических отношений можно формализовать с помощью корреляционных таблиц для нечетких унарных и бинарных отношений.

Унарное нечеткое отношение r_1 задается корреляционной таблицей следующего вида (таблица 1).

Таблица 1 не имеет большого размера, поскольку количество признаков, необходимых для выявления принадлежности объекта данному отношению, обычно невелико.

Таблица 1 – Задание унарного нечеткого отношения

	l	...	n	μ_{r_1}
l	T_{ll}		T_{ln}	z_l
...				
m	T_{ml}		T_{mn}	z_m

В таблице 1:

m – набор возможных комбинаций значений, необходимых для задания отношения всех требуемых признаков объекта;

n – количество всех лингвистических и обычных признаков объекта, необходимых для задания данного отношения;

z – значение функции принадлежности объекта с данной комбинацией значений признаков данному отношению r_1 .

Бинарное нечеткое отношение r_2 можно задать также при помощи корреляционной таблицы (таблица 2).

Таблица 2 – Задание бинарного нечеткого отношения

Y	Y^2	I^2			...	n^2		
Y^l	Z	T^2_l	...	T^2_{kl}	...	T^2_l	...	T^l_{kn}
I^l	T^l_l	1	...	0	...	0	...	0

n^l	T^l_{kl}	0	...	1	...	0	...	0

n^l	T^l_l	0	...	0	...	1	...	0
	T^l_{kn}	0	...	0	...	0	...	1

В таблице 2:

Y – признаки;

Z – значения признаков;

Y^k – признаки k -го объекта ($k = \overline{1, 2}$), необходимые для задания отношения r_2 ;

n^k – имеет тот же смысл, что и n в табл. 1, $n^1 = n^2 = n$;

k_j – мощность множества термов j -го признака ($j = \overline{1, n}$);

T^i_l – l -й терм i -го объекта.

Таблица 2 является квадратной блочно-диагональной матрицей размером $(\sum_{j=1}^n k_j)^2$.

Каждый блок представляет собой квадратную матрицу, имеющую в качестве главной диагонали отрезок главной диагонали исходной матрицы; размер q -го блока равен k_q^2 .

Каждая строка q -го блока заполняется следующим образом. На пересечении строки i , соответствующей терму T^1_i признака q , и столбца j , соответствующего терму T^2_j , ставится единица, если наличие термина T^1_i у объекта 1 и T^2_j у объекта 2 позволяет породить отношение r_2 между рассматриваемыми объектами с функцией принадлежности $\mu_{r_2} = 1$. В противном случае в рассматриваемой клетке блока ставится ноль. Недиagonальные блоки исходной матрицы заполняются нулями.

Если значения признаков объектов заданы формулой (2), то функция принадлежности μ_{r_2} определяется из следующего выражения:

$$\mu_{r_2} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{\alpha_i=1}^{k_i} \frac{\mu_{\alpha_i} \sum_{\beta_i=1}^{k_i} (1 - a_{\alpha_i, \beta_i}) \mu_{\beta_i}}{\sum_{\alpha_i=1}^{k_i} \mu_{\alpha_i} \sum_{\beta_i=1}^{k_i} \mu_{\beta_i}}, \quad (3)$$

где i – номер блока;

α_i, β_i – соответственно номер строки и номер столбца в i -м блоке;

a_{α_i, β_i} – значение элемента i -го блока, стоящего на пересечении строки α_i , и столбца β_i этого блока, $a_{\alpha_i, \beta_i} \in \{0, 1\}$;

μ_{α_i} – функция принадлежности значения i -го признака объекта 1 терму $T^1_{\alpha_i}$;

μ_{β_i} – функция принадлежности значения i -го признака объекта 2 терму $T^2_{\beta_i}$.

В случае если определяемое отношение r_2 является отношением нечеткой эквивалентности, формула (3) может быть уточнена. Допустим, что термы всех признаков упорядочены отношением $>$ или $<$. Пусть сравнению подлежат значения признака № i , значением признака у объекта 1 является терм $T^1_{\alpha_i}$, а у объекта 2 – $T^2_{\beta_i}$; $\alpha_i, \beta_i \in \overline{1, k_i}$ – номера соответственно строки и столбца блока i . Пусть также последняя единица в строке стоит в столбце с индексом $\delta_2^{\alpha_i}$, а первая единица – в столбце с индексом $\delta_1^{\alpha_i}$. Введем в строке α_i величину

$$s_{\alpha_i, \beta_i} = \begin{cases} \beta_i - \delta_2^{\alpha_i}, & \text{если } \beta_i > \delta_2^{\alpha_i}; \\ 0, & \text{если } \delta_1^{\alpha_i} \leq \beta_i \leq \delta_2^{\alpha_i}; \\ \delta_1^{\alpha_i} - \beta_i, & \text{если } \beta_i < \delta_1^{\alpha_i}. \end{cases}$$

Вычислим для каждого блока № i значение ε_i :

$$\varepsilon_i = \frac{s_{\alpha_i, \beta_i}}{\max(k_i - \delta_2^{\alpha_i}, \delta_1^{\alpha_i} - 1)}.$$

Тогда уточненное значение функции принадлежности μ_{r_2} будет выглядеть

$$\mu_{r_2} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{\alpha_i=1}^{k_i} \frac{\mu_{\alpha_i} \sum_{\beta_i=1}^{k_i} s_{\alpha_i, \beta_i} \mu_{\beta_i}}{\sum_{\alpha_i=1}^{k_i} \mu_{\alpha_i} \sum_{\beta_i=1}^{k_i} \mu_{\beta_i} \max(k_i - \delta_2^{\alpha_i}, \delta_1^{\alpha_i} - 1)}, \quad (4)$$

Смысл выражения (4) состоит в следующем. В случае, когда значения одного и того же признака i у разных объектов максимально удалены от допустимой (с точки зрения ЛПР) области, величина $\varepsilon_i = 1$. Когда же такое удаление имеет место для всех признаков сравниваемых объектов, $\mu_{r_2} = 0$. Такой результат соответствует смыслу, вкладываемому в понятие функции принадлежности нечеткому отношению.

Таким образом, дополненная аппаратом лингвистических признаков и нечетких отношений, модель M_1 может применяться в СППР, ядром которой является ситуационная модель управления организационно-техническими системами.

Список литературы

1. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.
2. Клык Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: «Энергия», 1974.
3. Балашов О.В., Круглов В.В. Система поддержки принятия решений с перестраиваемой структурой. // Вестник научных трудов СмолГУ. Смоленск, 2010. С. 63-70.
4. Поспелов Д. А. Логико-лингвистические модели в системах управления. - М.: Энергоиздат, 1981.
5. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. - М.: Наука, 1990.
6. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. – 288 с.
7. Балашов О.В. Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах. – Смоленск, изд-во СФ РУК, 2010.
8. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования. Рига: Зинатне, 1990.

References

1. Trakhtengerts E. A. Computer methods of realisation of economic and information administrative decisions. In 2 volumes. Volume 1. Methods and means. – М.: SINTEG, 2009. (in Russian)
 2. Kluicov U.I. Situational's canines management of the big systems. М.: "Energy", 1974. (in Russian)
 3. Balashov O. V., Kruglov V.V. Sistema of support of decision-making with reconstructed structure.//the Bulletin of proceedings Smolensk Public University. Smolensk, 2010. P. 63-70. (in Russian)
 4. Pospelov D.A. Logic-linguistic of model in control systems. – М.: Energyizdat, 1981. (in Russian)
 5. Melihov A.N., Bernstein of h.p., Korovin S.JA. Situational advising systems with indistinct logic. – М.: the Science, 1990. (in Russian)
 6. Pospelov D.A. Situational's management: the theory and practice. М.: the Science, 1986. (in Russian)
 7. Balashov O. V., Kondratova N.V. Theor of possibilities and its application for decision-making in social and economic systems. - Smolensk, publishing house of Council of Federation of HANDS, 2010. (in Russian)
 8. Borisov A.N., Krumberg O. A, Feodors I.P. Decision-making on the basis of indistinct models: use Examples. Riga: Zinatne, 1990. (in Russian)
-