- синтаксическая корректность;
- правильность логической структуры;
- актуальность данных;
- соответствие состава данных;
- логическая согласованность данных;
- точность данных;
- соответствие целям использования.

Допускается исключение тех аспектов качества, которые не соответствуют специфическим требованиям к оценке конкретных данных. При необходимости указанные аспекты качества дополняются показателями и мерами качества данных, определяемыми пользователем [4].

Как отмечалось, ГИС используются для решения сложных неформализованных задач, связанных с анализом и прогнозом явлений и событий окружающего мира, а также с планированием стратегических решений и текущих последствий предпринимаемых действий. Решение поставленных задач будет наиболее эффективным, если учитывать качество рабочей области, которое, как выяснилось, зависит не только от качества картографических материалов. Следует помнить, что лучшая и правильная информированность помогает принять верное решение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ш. Шекхар, С. Чаула*. Основы пространственных баз данных / Пер. с англ. – М.: Кудиц-Образ, 2004. – 336 с.
2. *Энгелькинг Р*. Общая топология: Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 752 с.
3. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Тихонов А.Н., Цветков В.Я*. Геоинформатика. – М.: Макс Пресс, 2001. – 349 с.
4. ОСТ 68-3.4.1-03 Карты цифровые. Оценка качества данных. Основные положения.

Диденко Диана Александровна

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: Di-ledi@mail.ru

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, моб. 8-918-525-04-75

Аспирант.

Didenko Diana Alexandrovna

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: Di-ledi@mail.ru

44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia, cell: 8-918-525-04-75

The post-graduate student.

УДК 510.60

М.О. Матковская

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЁТКОГО ВЫВОДА В МОДЕЛЯХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Статья посвящена исследованию алгоритмов нечеткого вывода в моделях принятия решения в условиях неясной информации. Проведен сравнительный анализ алгоритмов нечёткого вывода Мамдани и Сугэно. Рассмотрены понятия ис-

тинности нечеткого правила modus ponens; нечеткий логический вывод, нечеткая переменная, лингвистическая переменная.

Модели принятия решения, нечёткий вывод.

M.O. Matkovskaya

RESEARCH OF ALGORITHMS OF THE FUZZY CONCLUSION IN DECISION-MAKING MODELS

Article is devoted research of algorithms of an indistinct conclusion in models of decision-making in the conditions of not clear information. The comparative analysis of algorithms of indistinct conclusion Mamdani and Sugeno. It is considered concepts of the validity of an indistinct rule modus ponens; fuzzy logic conclusion, fuzzy variable, linguistic variable.

Decision-making models, an indistinct conclusion.

Сегодня многие задачи, связанные с управлением сложными системами, выработкой оптимальной стратегии управления, а также поиском рациональных решений и т.д., могут быть сведены к задачам построения моделей приближенных к размышлениям человека в условиях нечеткой информации. Впервые в 1965 г. американским ученым Лотфи Заде (Lotfi Zadeh) [3] было предложено для построения подобных моделей применить математический аппарат нечеткой логики (fuzzy logic) и математическую теорию нечетких множеств (fuzzy sets).

Основной особенностью применения таких моделей является то, что в подавляющем большинстве случаев математический аппарат нечеткой логики дает возможность оперировать нечеткими входными данными.

К преимуществам fuzzy-систем также можно отнести возможность проведения качественных оценок как входных данных, так и выходных результатов, при этом можно оперировать не только значениями данных, но и их степенью достоверности и ее распределением.

Процесс построения моделей принятия решений состоит из следующих этапов: 1) определение входов и выходов создаваемой модели; 2) задание для каждой из входных и выходных переменных функции принадлежности; 3) разработка базы нечётких правил; 4) выбор и реализация алгоритма нечёткого логического вывода; 5) анализ процесса управления созданной модели.

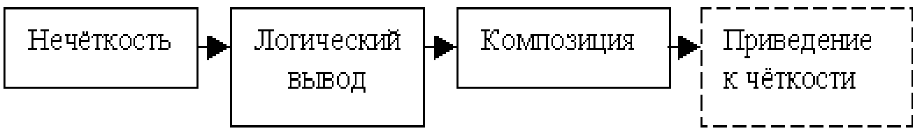

Рис. 1. Общая схема логического вывода

Общую схему нечеткого логического вывода [1] можно представить методом с рис. 1.

На сегодняшний день существует несколько алгоритмов нечёткого вывода работающих по данной схеме, например, алгоритм нечёткого вывода Мамдани и Сугэно.

Если сравнивать модели нечеткого вывода по Мамдани и модели типа Сугэно, то можно отметить, что они отличаются между собой форматом базы знаний и процедурой дефаззификации. Эти модели являются универсальными аппроксиматорами, но при больших объемах выборки экспериментальных данных идентификация с помощью модели типа Сугэно обеспечивает, как правило, большую точность. Однако при этом могут возникнуть трудности с содержательной интерпретацией параметров нечеткой модели и с объяснением логического вывода. С моделью типа Мамдани таких трудностей не возникает, ее параметры легко интерпретируются содержательно. Выходное значение определяется центром тяжести фигуры, ограниченной функцией принадлежности μ_B нечеткого множества $\widetilde{C}_B$. Иным словами, $V_0 = \dfrac{\int_V V * \mu_B(v) * d(v)}{\int_V \mu_B(v) * d(v)}$.

При этом метод центра тяжести обладает рядом существенных недостатков, а именно:

- диапазон изменения выходных параметров М составляет лиш 33,3 % от общей области определения;
- зависимость V(W) является нелинейной.

Можно сделать вывод, что для задач, где более важным является объяснение, обоснование принятого решения, будут иметь преимущество нечеткие модели типа Мамдани, а для задач, где более важным является точность идентификации нелинейных зависимостей, целесообразным будет использование нечетких моделей типа Сугэно.

Для расширения диапазона изменения выходного параметра управления [4] предложено увеличивать крутизну наклона крайних функций принадлежностей базовых значений выходной лингвистической переменной β_V, а для увеличения линейного участка зависимости V(W) – увеличивать число базовых значений входной β_w и выходной β_V лингвистических переменных.

Однако в работе [2] предложена общая схема выбора значений параметров при нечеткой экспертной информации. Согласно этой схеме, при заданных входных параметрах X, Y,...,Z, выбирается такое подмножество V_0 значений выходного параметра V, при котором истинность нечеткого правила modus ponens достигает максимума:

$$\begin{gathered}\widetilde{L};\\ \frac{A-true}{B-true}.\end{gathered} \tag{1}$$

Здесь $\widetilde{L} = \{\widetilde{L}j :< если\,\widetilde{A}_j, то\,\widetilde{B}_j >\}$, $j = \overline{1,m}$ – система нечетких высказываний, в которых A_i – произвольные нечеткие высказывания вида $< (\beta_X\, есть\, \alpha x_i) \,\&\, (\beta_Y\, есть\, \alpha y_i) \,\&\ldots\&\, (\beta_Z\, есть\, \alpha y_z) >$ и B_i – произвольные нечеткие высказывания вида $< (\beta_V\, есть\, \alpha_{V\,i}) >$. Величины x,y,...,z – конкретные значения входных параметров X, Y,...,Z, величина v – значение из подмножества V_0. Величина β – лингвистическая переменная, определенная на множестве X и имеющая базовые значения $T = \{\alpha_i\}$, $i = \overline{1,n}$. Тройки $< \alpha_i, X, C_i >$ есть нечеткие переменные с унимодальными функциями принадлежности $\mu_{C_i}(x)$, $x \in X$.

Для нахождения множества значений V_0 выходного параметра степень истинности правила modus ponens записывается следующим выражением:

$$\mu_{m.p.}(v) = \underset{i=\overline{1,n}}{\&}[1 \,\&\, (1 - \mu_{X_i}(x) \,\&\, \mu_{Y_i}(y) \,\&\ldots\&\, \mu_{Z_i}(z) + \mu_{V_i}(v))], \tag{2}$$

где n – число высказываний в системе $\tilde{L}$.

Функция $\mu_{m.p.}(v)$ входных параметров для заданных значений x,y,...,z является непрерывной на множестве значений параметра V. При условии, что система $\tilde{L}$ обладает свойством монотонности, функция унимодальна, или достигает своего максимума на некотором интервале множества значений параметра V. Степень истинности (2) в данном случае, используя операцию импликации по Лукасевичу, можно представить в следующим в виде:

$$\mu_{m.p.}(v) = (\xi_1 + \mu_{V_1}(v))\,\&\,(\xi_2 + \mu_{V_2}(v))\,\&\ldots\&\,(\xi_m + \mu_{V_m}(v))\,\&1,$$

где $\xi_i = 1 - \mu_{X_i}(x)\,\&\,\mu_{Y_i}(y)\,\&\ldots\&\,\mu_{Z_i}(z)$, m – множество базовых значений лингвистической переменной β_v .

В случае, когда система $\tilde{L}$ обладает свойством монотонности, справедливы неравенства:

$$\xi_k \le \xi_{k+1} \le \xi_{k+2} \le \ldots \le \xi_m \le 1, \text{ при } k \ne m,$$

$$\xi_k \le \xi_{k-1} \le \xi_{k-2} \le \ldots \le \xi_1 \le 1, \text{ при } k \ne 1.$$

Выполнение данного свойства позволяет применить алгоритмы, описанные в работе [2], для нахождения значений параметра V, для которых величина степени истинности $\mu_{m.p.}(v)$ достигает своего наибольшего значения.

Необходимо отметить, что данные алгоритмы работают в случае, когда система $\tilde{L}$ является лингвистически полной, т.е. когда для каждой входной нечеткой ситуации сопоставляется некоторая выходная нечеткая ситуация.

Данный анализ позволяет оценить соответствие имеющейся нечеткой информации требованиям, которым должны удовлетворять получаемые решения, а также позволяет найти «узкие места» такой информации с целью ее корректировки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борисов А.Н., Алексеев А.В., Крумберг О.А.* Модели принятия решений на основе лингвистической переменной. – Рига: Зинатне, 1982. – 256 с.
2. *Берштейн Л.С., Боженюк А.В.* Нечеткие модели принятия решений: дедукция, индукция, аналогия. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. – 110 с.
3. *Заде Л.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
4. *Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В., Романов М.П.* Методические основы аналитического конструирования регуляторов нечеткого управления // Известия Академии наук. ТиСУ. – 2000. – № 1. – С. 56–69.

Матковская М.О.

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге

E-mail: marishka_o@rambler.ru

347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, моб. 8-904-346-10-53

Аспирант кафедры прикладной информатики.

Matkovskaya M.O.

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: marishka_o@rambler.ru
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia, cell 8-904-346-10-53
Post-graduate student of department of Applied Informatics.

УДК 51:519.172.1

А.Э. Саак

ЛОКАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНЫЕ РАСПИСАНИЯ

Изучаются оптимальные планарные расписания для пары координатных тетродов горизонтально и вертикально упорядоченных, относительно горизонтально и вертикально упорядоченных, а также для пары сравнимых тетродов. В работе расширено множество свойств упорядоченности и предложен ряд оптимальных планарных расписаний для локальных массивов пары элементов.

Координатный тетрод, горизонтально и вертикально упорядоченная пара тетродов, относительно горизонтально и относительно вертикально упорядоченная пара тетродов, объемлющий координатный тетрод.

A.E. Saak

LOCAL OPTIMAL SCHEDULES

Optimal planar schedules for horizontal and vertical ordered pair of coordinate tetrodes, for relatively horizontal and relatively vertical ordered ones, so as for a pair of comparable tetrodes are studied. In the work the set of order characteristics is extended and several optimal planar schedules for local pair of elements arrays are suggested.

Coordinate tetrode, horizontal and vertical ordered pair of tetrodes, relatively horizontal and relatively vertical ordered pair of tetrodes, comparable pair of tetrodes, comprehensive coordinate tetrode, local optimization of schedule.

В работе [1] рассматривались оптимальные планарные расписания для пары координатных тетродов со свойствами: идентичности, транспонированной симметрии, транспонированной симметрии по одному из пары измерений.

В настоящей работе рассматриваются более общие свойства упорядоченности. Изучаются оптимальные планарные расписания для пары координатных тетродов горизонтально и вертикально упорядоченных, относительно горизонтально и вертикально упорядоченных, а также для пары сравнимых тетродов.

Пару координатных тетродов

$$a \times b,\ \ \alpha \times \beta$$

называем горизонтально упорядоченной при выполнении неравенств превалирования горизонтальных измерений

$$(a+\alpha) \geq (b+\beta),\ \ \max\{a,\alpha\} \leq \max\{b,\beta\}.$$

Оптимальное расписание пары с горизонтальным превалированием имеет вид вертикальной графики (рис. 1) с объемлющим координатным тетродом минимально возможной площади – на рисунке справа. Действительно, горизонтальная аддитивность данной пары элементов даёт графику вида (рис. 2), и объемлющая мера

$$\begin{aligned} &mes_2[(a+\alpha)\times \max\{b,\beta\}] = (a+\alpha)\max\{b,\beta\} \geq (b+\beta)\max\{a,\alpha\} = \\ &= mes_2[\max\{a,\alpha\}\times(b+\beta)] \end{aligned}$$