

УДК 378.177.85

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА СИСТЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

Маригодов В.К., Слободянюк А.А., Мочалов Д.Э.

Рассматривается матрица знаний на основе прямого экспертного опроса, которая интерпретирует состояния обучающей системы и диагностику ее эффективности.

Введение. В соответствии с лингвистической диагностикой причинно-следственные связи между параметрами обучающей системы и диагнозом ее эффективности можно формализовать в виде совокупности нечетких логических высказываний: «Если – то, иначе». Для параметров обучающей системы можно привести такой пример: **Если** методы обучения обладают **малой** эффективностью, и цели обучения **неудовлетворительны**, и средства обучения имеют **среднюю** эффективность, и формы обучения **удовлетворительные**, и содержание обучения **среднее**, и принципы обучения **удовлетворительные**, **то** эффективность системы обучения **низкая**.

Такая цепь нечетких высказываний может быть обобщена в виде так называемой *матрицы знаний* [1,2]. Она представляет собой таблицу, в основу построения которой положены следующие принципы: 1) размерность матрицы (таблицы) равна $(n+1) \times N$, где $(n+1)$ – число столбцов, а N – число строк; 2) первые n столбцов матрицы соответствуют X_i , $i = \overline{1, n}$ состояниям системы обучения, $(n+1)$ -й столбец – диагнозам D_j , $j = \overline{1, m}$; 3) строки матрицы соответствуют различным диагнозам (экспертным оценкам): первые k_1 строк соответствует диагнозу D_1 , вторые k_2 строк – диагнозу D_2 , ..., последние k_m строк – диагнозу D_m ; 4) элемент матрицы $a_i^{j \cdot k_j}$, расположенный на пересечении i -го столбца и jk_j строки соответствует *лингвистической оценке* параметра X_i для показателя системы обучения с номером jk_j . В качестве показателей, например, могут быть использованы подцели дерева целей [2]: цели обучения, методы обучения, средства обучения, формы обучения, содержание, принципы и т.д.

Матрица знаний. Лингвистические оценки $a_i^{j \cdot k_j}$ выбираются из терм-множества переменной X_i следующим образом:

$$a_i^{j \cdot k_j} \in \{a_i^1, a_i^2, \dots, a_i^{l_i}\}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, m}. \quad (1)$$

Матрица знаний интерпретирует цепь логических высказываний, которые определяют связь параметров $X_1 \dots X_n$ с одним из диагнозов эффективности обучающей системы D_j :

$$\left. \begin{aligned} &\text{Если } (x_1 = a_1^{11}) \text{ и } (x_2 = a_2^{11}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{11}) \text{ или } \dots \\ &(x_1 = a_1^{12}) \text{ и } (x_2 = a_2^{12}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{12}) \text{ или } \dots \\ &(x_1 = a_1^{1k_1}) \text{ и } (x_2 = a_2^{1k_1}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{1k_1}) \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

то $D=D_1$, иначе...

$$\left. \begin{aligned} &\text{если } (x_1 = a_1^{m1}) \text{ и } (x_2 = a_2^{m1}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{m1}) \text{ или } \dots \\ &(x_1 = a_1^{m2}) \text{ и } (x_2 = a_2^{m2}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{m2}) \text{ или } \dots \\ &(x_1 = a_1^{mk_m}) \text{ и } (x_2 = a_2^{mk_m}) \dots \text{ и } (x_n = a_n^{mk_m}) \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

то $D=D_m$.

Если вместо логических операций И, ИЛИ использовать эквивалентные им операции конъюнкции ($\wedge$) и дизъюнкции ($\vee$), то системы (1)-(3) могут быть представлены в виде:

$$\bigvee_{p=1}^{k_j} \left[\bigwedge_{i=1}^{k_i} (x_i = a_i^{jp}) \right] \Rightarrow D_j, j = \overline{1, m}. \quad (4)$$

При формировании матрицы знаний (см. таблицу 1) показатели системы обучения (боковик таблицы) формируются по группам: $11 \dots 1k_1, j1 \dots jk_j, m1 \dots mk_m$. В каждой из них содержатся показатели, которые соответствуют конкретной цели, например, показатели системы обучения, которые были ранее указаны.

Диагноз эффективности системы обучения для одной из групп показателей можно определить с учетом (4) как [3,4]

$$D_j = \bigvee_{l_i=1}^{k_j} \left\{ \bigwedge_{i=1}^n [x_i \circ (a_i^{jl_j} \times D_j)] \right\}, \quad (5)$$

где $(a_i^{jl_j} \times D_j)$ – декартово произведение нечетких множеств $a_i^{jl_j}$ и D_j ; $\circ$ – операция нечеткой композиции.

Таблица 1 – Матрица знаний системы обучения

Показатели системы обучения (подцели)	Экспертная оценка состояния (лингвистическая оценка параметра)						Диагноз эффективности системы обучения
	Параметры состояния						
	x_1	x_2	$\dots$	x_i	$\dots$	x_n	
11	a_1^{11}	a_2^{11}	$\dots$	a_i^{11}	$\dots$	a_n^{11}	D_1

12	a_1^{12}	a_2^{12}	...	a_i^{12}	...	a_n^{12}	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
$1k_1$	$a_1^{1 \cdot k_1}$	$a_2^{1 \cdot k_1}$	...	$a_3^{1 \cdot k_1}$	...	$a_n^{1 \cdot k_1}$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$j1$	a_1^{j1}	a_2^{j1}	...	a_i^{j1}	...	a_n^{j1}	D_j
$j2$	a_1^{j2}	a_2^{j2}	...	a_i^{j2}	...	a_n^{j2}	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
jk_j	$a_1^{j \cdot k_j}$	$a_2^{j \cdot k_j}$	...	$a_3^{j \cdot k_j}$	...	$a_n^{j \cdot k_j}$	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$m1$	a_1^{m1}	a_2^{m1}	...	a_i^{m1}	...	a_n^{m1}	D_m
$m2$	a_1^{m2}	a_2^{m2}	...	a_i^{m2}	...	a_n^{m2}	
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	
mk_m	$a_1^{m \cdot k_m}$	$a_2^{m \cdot k_m}$	...	$a_3^{m \cdot k_m}$	...	$a_n^{m \cdot k_m}$	

Выражение (5) позволяет вычислять нечеткое множество $D_j \in W$ по информации, которая содержится в строках матрицы знаний (таблица 1) с номерами $j_1, j_2, \dots, jk_j$. Аналогичные соотношения можно составить для других групп (подцелей) в таблице 1, которые соответствуют диагнозам $D_i, D_2, \dots, D_m$. Результирующий диагноз D находится как

$$D = D_1 \vee D_2 \vee \dots \vee D_m. \quad (6)$$

С учетом (6) получаем

$$D = \bigvee_{j=1}^m \bigvee_{l_i=1}^{k_j} \left\{ \bigwedge_{i=1}^n \left[x_i \circ \left(a_i^{jl_j} \times D_j \right) \right] \right\}. \quad (7)$$

Выражение (7) дает возможность оценить нечеткое множество D , представленное через текущие лингвистические оценки одного из диагнозов $D_j, j = \overline{1, m}$.

Пример фрагмента матрицы знаний. Пусть целевыми показателями системы обучения будут различные формы обучения. Подцели их обозначим соответственно номерами: лекции – 1; лабораторные занятия – 2; практические занятия – 3; игровые занятия – 4. Предположим, что 10 экспертов участвуют в принятии решений, располагают шкалой из 5 термов, используемых для лингвистической оценки параметра состояния X_j : эффективность (формы обучения) *низкая* (Н), *ниже средней* (НС), *средняя* (С), *выше*

средней (BC), высокая (B). В соответствии с этими обозначениями фрагмент матрицы знаний представлен в виде таблицы 2. В ней условно приведены ориентировочные (возможные) оценки десяти экспертов.

Таблица 2 – Фрагмент матрицы знаний

Подцели системы обучения	Лингвистическая оценка экспертами параметров состояния									
	Экспертные решения									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	B	C	BC	B	C	HC	C	B	BC	B
2	C	C	B	H	C	BC	B	C	C	C
3	HC	HC	C	C	C	BC	B	C	HC	HC
4	B	BC	B	BC	C	C	C	B	BC	B

Анализ лингвистических оценок эффективности. С помощью таблицы 2 можно определить диагноз эффективности каждой формы учебных занятий. Так, эффективность лекций (строка 1) имеет 4 высоких оценки, 2 оценки «выше средней», 3 оценки «средняя» и лишь одну оценку «ниже средней». В результате получаем эффективность лекций – «выше средней». Аналогично для других форм учебных занятий имеем: эффективность лабораторных занятий (строка 2) – «средняя»; эффективность практических занятий (строка 3) – «средняя»; эффективность игровых занятий (строка 4) – «выше средней». Диагноз эффективности системы обучения для рассмотренной группы показателей с учетом (6) получается «выше средней».

В общем случае лингвистические оценки параметров в диагнозах (5) представляют собой нечеткие множества, для которых справедливы нечеткие логические уравнения, причем в них значения параметров x заменяются функциями принадлежности [3].

Библиография

- 1 Ротштейн А.П. Медицинская диагностика на нечеткой логике / А.П. Ротштейн. — Винница: Изд-во «Континент-ПРИМ», 1996. — 132 с.
- 2 Маригодов В.К. Основы научных исследований: Инженерная педагогика / В.К. Маригодов, А.А. Слободянюк. — Севастополь: Изд-во СевГТУ, 1999. — 240 с.
- 3 Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде; Пер. с англ. — М.: Мир, 1976. — 167 с.
- 4 Zadeh L. Fuzzy sets / L. Zadeh // Information and Control. — 1965. — № 8. — P. 338–353.

Поступила в редакцию 25.09.2000 г.

