

**SECTION 4. Computer science, computer engineering and automation.**

**Marler Maukenovich Ilipov**

doctoral student in the specialty "6D070400-Computing Equipment and Software" of  
L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Kazakhstan  
[ilipov@gmail.kz](mailto:ilipov@gmail.kz)

**Ayman Serikovna Iskakova**

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Department of  
Fundamental Mathematics of L.N. Gumilyov Eurasian National University,  
Kazakhstan  
[ayman.astana@gmail.com](mailto:ayman.astana@gmail.com)

**MECHANISM OF OPTIMAL CHOICE OF CASE - BASED REASONING THE  
SITUATIONAL VECTOR WITH QUANTITATIVE COORDINATES**

***Abstract:** This paper describes algorithms for computing the membership function of case - based reasoning and the choice of case-based reasoning the situational vector with quantitative coordinates with an example in the system of RFID is submitted.*

***Key words:** case-based reasoning, the matrix of knowledge, minimax method.*

**УДК 517.11**

**МЕХАНИЗМ ОПТИМАЛЬНОГО ВЫБОРА ПРЕЦЕДЕНТА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ  
СИТУАЦИОННОГО ВЕКТОРА С КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ КООРДИНАТАМИ**

***Аннотация:** В работе описаны алгоритмы вычисления функции принадлежности прецедента и выбора прецедента при наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами с примером применения в системе работы RFID.*

***Ключевые слова:** прецедент, матрица знаний, метод минимакса.*

Процесс оперативного вывода по прецеденту является достаточно сложным и неоднозначным. Сложность оперативного вывода по прецеденту и прогнозирования его последствий усугубляется тем, что этот процесс практически всегда осуществляется в условиях действия факторов неопределенности и риска. Основной задачей управления интегральными схемами, например, чипами или микрочипами, является обеспечение помехоустойчивости, решение которой в условиях перекрываемости сигналов весьма затруднено [1, с.35].

Как известно (см., например, [2, с. 172]), для интеллектуальной поддержки принятия решений на основе прецедентов проблемных ситуаций используется один из следующих типов правил: правила распознавания класса прецедентов, к которому следует отнести текущую проблемную ситуацию.

В данной статье представляется подход к организации оперативного вывода по прецеденту на основе формализации матрицы знаний.

Ранее в работе Прохорова М. Д. и Федунова Б.Е. [3, с. 62] был введен алгоритм выбора прецедента при наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами. Основным содержанием от результатов работы [3, с. 69] является описание матрица знаний и вывод прецедента, основанный на метод логического вывода

максимин. Результаты представленной статьи отличаются от [3, с. 62-73] тем, что выбор прецедента основывается на метод логического вывода минимакс.

Допустим, имеем матрицу знаний по прецедентам, которая была представлена в работе [3, с. 62].

Прежде всего, представим алгоритм определения функции принадлежности  $\mu_{dj}$  ( $x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$ ) прецедента  $d_j$ , интерпретируемого как нечёткое множество на универсальном множестве.  $U_d = U_{x_1} \times \dots \times U_{x_i} \times \dots \times U_{x_n}$ , где  $U_{x_i}$  - универсальное множество, на котором заданы термы лингвистической переменной  $x_i$ , а  $U_d$  – декартово произведение универсальных множеств  $U_{x_i}$ .

Рассмотрим принадлежности нечёткого множества, которое образовано следующим отношением  $\mu_{a_{1i}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_{1j}}(x_i) \vee \dots \vee \mu_{a_{1n}}(x_n)$ , где через “ $\vee$ ” обозначена операция “max”, или в терминах математической логики предикат конъюнкции.

Анализируя весь блок логических высказываний, относящийся к прецеденту  $d_j$  (блок соответствующих строк матрицы знаний), замечаем, что они представляют собой объединение соответствующих нечётких множеств, образовавшихся при рассмотрении строк выделенного блока. Функция принадлежности этого объединения, отождествляемая с функцией принадлежности прецедента  $d_j$ , в соответствии с [7], будет:

$$\mu_{d_j}(x_1, \dots, x_n) = (\mu_{a_{1i}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_{1n}}(x_n)) \wedge \dots \wedge (\mu_{a_{jkj}}(x_1) \vee \dots \vee \mu_{a_{jn}}(x_n))$$

где через « $\wedge$ » обозначена операция “min”, или в терминах математической логики предикат дизъюнкции.

Формально представленный алгоритм определения функции принадлежности прецедента  $d_j$  можно записать в виде:

- фиксируем произвольную точку  $(x_1^*, \dots, x_n^*) \in U_{x_1} \times \dots \times U_{x_n}$ ,
- для каждого блока матрицы знаний, соответствующего  $d_j$ , определяем  $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$  в этой точке согласно схеме табл. 1.

Таблица 1.

Выбор принадлежности прецедента

n/n	Координаты ситуационного вектора			max	min	d
	$x_1$	...	$x_n$			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$i_1$	$(a_{1i_1}^j)^*$	⋮	$(a_{ni_1}^j)^*$	$\max_i (a_i^{j_1})^*$	$\min_j \max_i (a_i^j)^*$	$\mu_{d_j}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
$i_{K_j}$	$(a_{1i_{K_j}}^j)^*$	⋮	$(a_{ni_{K_j}}^j)^*$	$\max_i (a_i^{j_{K_j}})^*$		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Операция  $\min_i a_i^{js}$  производится над числами, стоящими в строках “ $i$ ”,  $1 \leq i \leq n$  и в столбец “min” заносится минимальное число в соответствующей строке. Операция  $\min_j \max_i (a_i^j)^*$  выделяет среди полученных строчных минимумов  $1 \leq j \leq K_j$  наибольший. Это число и является значением функции принадлежности  $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$  в этой фиксированной точке  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$ . Проведя такие вычисления для каждой точки универсального множества, получим интересующие нас функции принадлежности.

На основе текущих измерений точка  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$  формируется с количественными значениями его координат. Только в этой фиксированной точке  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$  в момент поступления замера и нужно определить значение функции  $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$ .

При наблюдении ситуационного вектора с количественными координатами (все координаты вектора измерены по числовым шкалам) для выбора наиболее подходящего прецедента вовсе нет необходимости полностью определять функции принадлежности  $\mu_{dj}(x_1, \dots, x_n)$  на всем множестве точек универсального множества. Достаточно рассчитать их значение только для фиксированных числовых значений координат вектора, который мы получили в результате наблюдения. Для этого придется однократно воспользоваться алгоритмом беря в качестве  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$  координаты наблюденного ситуационного вектора.

В результате для каждого прецедента  $d_j$  мы получим число  $d_j(x_1^*, \dots, x_n^*)$ , являющееся степенью принадлежности  $d_j$  точке  $(x_1^*, \dots, x_n^*)$ .

Исходя из такой интерпретации, наиболее предпочтительным прецедентом для разрешения наблюдаемой ПрС/С будет прецедент  $d_j^*$ , для которого

$$d_j^*(x_1^*, \dots, x_n^*) = \min_{1 \leq j \leq p} d_j(x_1^*, \dots, x_n^*).$$

В отличие от [5, с. 53] в оперативно реализованном механизме вывода по прецеденте нет необходимости «принудительно» вводить метрику в алгоритм предпочтения прецедентов.

Таким образом, в идею алгоритма входит метод минимакса — правило принятия решений, используемое в теории игр, теории принятия решений, исследовании операций, статистике и философии, см, например [6, 149; 7, с. 144; 8, с. 45].

Систему работы RFID можно представить как процесс, посредством которого собираются данные в определенный момент времени. Причем не редко встречаются ситуации, когда в определенный момент времени одновременно поступают данные от  $n$  меток (см. [1, с. 35]), случайным образом перекрывающих друг друга.

Согласно работ [9, с. 2; 10, с. 92], поведенческая модель радиоприемного тракта (RX chain) состоит из Verilog-модулей, которые реализуют процессы детектирования поднесущей, фильтрации, усиления и детектирования входного высокочастотного сигнала, представленного в языке Verilog 16-разрядным двоичным сигналом. Иными словами, что сигнал по форме является вектором  $x$  объема 16, связанных с влиянием перекрывающихся сигналов. То есть на искажение влияют  $n$  перекрывающихся сигналов. Допустим, что истинный сигнал представим в виде вектора  $l_0$ , на который наложили искажение  $u$ , состоящее из  $n$  сигналов (векторов), принимающие значения из множества  $l_1, l_2, \dots, l_d$ .

Пусть поступают данные от  $n$  меток, поступающие в определенный момент времени одновременно, описываются ситуационным вектором с координатами  $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , представленными лингвистическими переменными:  $x_1$  — энергетика сигнала от метки №1;  $x_2$  — энергетика сигнала от метки №2; и так далее;  $x_n$  — энергетика сигнала от метки №  $n$ . Пусть для этого класса наблюдались два прецедента  $d_1, d_2$ , каждый из которых применялся в двух (разных) случаях. Лингвистические переменные принимают следующие унифицированные значения (термы):  $x_i = \{\text{статический низкий уровень, статический высокий уровень}\}$ ,  $i = 1, \dots, n$ .

Пусть каждый терм лингвистических переменных представлен унифицированным универсальным множеством (десятибалльная шкала) и унифицированными кусочно-линейными (треугольными) функциями принадлежности. Допустим, например, матрица знаний для этой системы представлена в табл.2, при  $n=3$ .

Таблица 2.

## Пример выбора принадлежности прецедента

№ п/п	Координаты ситуационного вектора			max	min
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>		
1.1	0.6	0.8	0.4	0.8	0.8
1.2	0.6	0.2	0.8	0.8	
1.3	0.6	0.8	0.6	0.8	
1.4	0.9	0.8	0.8	0.9	
2.1	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
2.1	0.6	0.2	0.6	0.6	

**Вывод:** наиболее предпочтительным прецедентом для разрешения ПрС/С ( $x_1^* = 0,4$ ,  $x_2^* = 0,4$ ,  $x_3^* = 0,6$ ) является прецедент  $d_2$ .

Таким образом, в настоящей работе сформулирован алгоритм оперативного вывода по прецеденту с применением в управлении интегральными схемами .

## References:

1. Филлипенко И.В. Математическая модель систем радиочастотной идентификации с кодовым разделением каналов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. 5/3 (53). С. 34- 36.
2. Черняховская Л. Р., Федорова Н.И., Низамутдинова Р.И. Интеллектуальная поддержка принятия решений в оперативном управлении деловыми процессами предприятия // Вестник УГАТУ. Серия управление, вычислительная техника, информатика. Уфа: УГАТУ. 2011. Т. 15, № 2(42). С.172-176.
3. Прохоров М. Д. Федунев Б.Е. Вывод по прецеденту в базах знаний бортовых интеллектуальных систем, размещаемых на борту антропоцентрических объектов // Искусственный интеллект и принятие решений. 2010/03. С. 62-73.
4. Дшхунян В.Л. Электронная идентификация. Бесконтактные электронные идентификаторы и смарт-карты / В.Л. Дшхунян, В.Ф. Шаньгин. М.: ООО «Издательство АСТ»: Издательство «НТ Пресс», 2004. 695 с.
5. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений. // Искусственный интеллект и принятие решений». №2. 2009. стр. 45-57.
6. Блэкуэлла Д., Гиршик М.А. Теория игр и статистических решений / пер. с англ. И.В. Соловьева. под ред. Б. А. Севастьянова М.: изд. иностр. лит. 1958. 374 с.
7. Демьянов В.Ф., Малоземов В.Н. Введение в минимакс. М.: Наука, 1972. 368 с.
8. [Godonoaga A.](#), [Balan P.](#) A probabilistic method for solving minimax problems with general constraints // Bul. Acad. Ştiinţe Repub. Mold. Mat., 2010, [номер 1](#), С. 33–46
9. Галев А.В., Косолапов А.С. Исследование влияния структурных помех на помехоустойчивость систем с широкополосными шумоподобными сигналами при когерентном приеме // Электронное научно-техническое издание Наука и образование. 2012, №4, апрель. С.1-15.
10. Вертегел В.В. Моделирование системы радиочастотной идентификации // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Вип. 131/2012. Серія: Інформатика, електроніка, зв'язок. Севастополь, 2012. С. 95-101.