¹Отрах В.В., ²Суконщиков А.А., ²Кочкин Д.В., ²Бахтенко Е.А.

¹*Московский технологический институт
Москва, Россия*

²*Вологодский государственный университет
Вологда, Россия*

doi: 10.18411/lj-31-01-2017-1-09

idsp 000001:lj-31-01-2017-1-09

Система нечеткого вывода в составе мультиагентной интеллектуальной системы поддержки принятия решений по оперативному рисковому ранжированию контрагентов

Структура интеллектуальной СППР представлена на рисунке 1. В левой части схемы представлены источники данных о компании. Данные из всех источников объединяются для формирования профиля компании, который будет использован в системе нечеткого вывода для принятия решения о реструктуризации долга, продолжении сотрудничества, необходимости запроса дополнительных данных от контрагента и т.п. На основе профиля компании производится классификация. Для каждого класса компаний определяются дополнительные правила системы нечеткого вывода, а также веса для общих правил. Такой подход позволяет осуществлять принятие решений с учетом специфики отдельных компаний.

Для формирования базы правил необходимо определить множество входных лингвистических переменных и множество выходных лингвистических переменных.

Отдельная лингвистическая переменная задается следующим образом:

$$\beta_i = \langle \beta, T, X, G, M \rangle, \quad (1)$$

где β – наименование лингвистической переменной;

T – базовое терм-множество лингвистической переменной, каждый элемент которого представляет наименование отдельной нечеткой переменной a .

Рис. 1 - Схема СППР

X – область определения (универсум) нечетких переменных, входящих в ;

G – синтаксическая процедура, описывающая процесс образования из множества T новых, осмысленных в заданном контексте значений для ;

M – семантическая процедура, которая позволяет поставить в соответствие каждому значению, образованному с помощью G , некоторое осмысленное содержание посредством задания нечеткого множества, определенного на X .

Для задания функции принадлежности термов лингвистических переменных воспользуемся трапецеидальным нечетким интервалом (ТНИ).

$$A = \langle a, b, \alpha, \beta \rangle, \quad (2)$$

где a и b – нижнее и верхнее модальные значения ТНИ; α и β – левый и правый коэффициенты нечеткости ТНИ.

Функция принадлежности в виде ТНИ может быть задана следующим образом:

$$f(x; a, b, c, d) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{array} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

База знаний интеллектуальной СППР может быть определена следующим образом:

$$R = \{R_1, R_2, \dots, R_m\} \mid m \in N, \quad (4)$$

где – отдельное правило. Каждое правило базы знаний записывается следующим образом:

$$(R_i) : A \Rightarrow B, S, F, \quad (5)$$

где – ядро правила; А и В – нечеткие высказывания, антецедент и консеквент правила; – знак логического следования; S – метод определения количественного значения степени истинности заключения; F – коэффициент определенности правила. Коэффициент определенности правила может отсутствовать. В таком случае его значение принимается равным единице.

Рассмотрим следующие входные лингвистические переменные с базовыми терм множествами для системы нечеткого вывода:

1. Чистая прибыль (низкая, средняя, высокая);
2. Долг (низкий, средний, высокий);
3. Рост дохода (низкий, средний, высокий);
4. Спад числа сотрудников (низкий, средний, высокий).

Выходная лингвистическая переменная:

1. Риск (низкий, средний, высокий).

Терм множество для входной лингвистической переменной «Спад числа сотрудников» будет выглядеть следующим образом $T = \{A_{low}, A_{med}, A_{high}\}$; $A_{low} = \langle 0, 0, 8, 12 \rangle$, $A_{med} = \langle 8, 12, 20, 24 \rangle$, $A_{high} = \langle 20, 24, 36, 36 \rangle$; Функции принадлежности термов входной лингвистической переменной «Спад числа сотрудников» в виде трапецеидальных нечетких интервалов представлены на графике (рисунок 2).

Рис. 2 - Функции принадлежности термов входной лингвистической переменной «Спад числа сотрудников»

Терм множество для выходной лингвистической переменной «Риск» будет выглядеть следующим образом: $T = \{A_{low}, A_{med}, A_{high}\}$; $A_{low} = \langle 0, 0, 20, 30 \rangle$, $A_{med} = \langle 20, 30, 50, 60 \rangle$, $A_{high} = \langle 50, 60, 100, 100 \rangle$; Функции принадлежности термов выходной лингвистической переменной «Риск» в виде трапециевидальных нечетких интервалов представлены на графике (рисунок 3).

Рис. 3 - Функции принадлежности термов выходной лингвистической переменной «Риск»

В качестве возможных правил системы нечеткого вывода рассмотрим следующие:

- П1: ЕСЛИ Долг Высокий И ЧистаяПрибыль Низкая И РостДохода Низкий ТО Риск Высокий $F(П1)=1$
- П2: ЕСЛИ СпадЧислаСотрудников Высокий ТО Риск Высокий $F(П2)=0.5$
- П3: ЕСЛИ СпадЧислаСотрудников Средний ТО Риск Средний $F(П3)=1$

Рассмотрим работу системы нечеткого вывода для правил П2 и П3 с коэффициентами определенности $F(П2) = 0.5$ и $F(П3) = 1$. Четкое значение входной переменной СпадЧислаСотрудников примем равным 21. Таким образом истинность antecedента правила П2 будет равна 0.25, а степень истинности antecedента правила П3 будет равна 0.75.

После выполнения этапов активизации и аккумулярования будет получена функция принадлежности выходной лингвистической переменной «Риск» (Рисунок 4). При выполнении этапа активизации необходимо учитывать веса правил.

Рис. 4 - Функция принадлежности выходной лингвистической переменной Риск

Для получения четкого значения на основе функции принадлежности выходной лингвистической переменной можно воспользоваться одним из существующих методов дефаззификации, например: метод левого модельного значения, метод правого модельного значения, метод центра тяжести.

Для рассмотренных методов дефаззификации четкое значение выходной переменной «Риск» будет:

1. Метод левого модельного значения $y = 27,5$;
2. Метод правого модельного значения $y = 100$;
3. Метод центра тяжести $y = 46,8$.

Говоря о нечеткой логике в системах аналитики и управления, можно дать следующее определение системы нечеткого вывода. Система нечеткого вывода – это процесс получения нечетких заключений о требуемом управлении объектом на основе нечетких условий или предпосылок, представляющих собой информацию о текущем состоянии объекта. Этот процесс соединяет в себе все основные концепции теории нечетких множеств: функции принадлежности, лингвистические переменные, методы нечеткой импликации и т.п. База правил систем нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний экспертов в той или иной предметной области в форме нечетких продукционных правил. Таким образом, база нечетких продукционных правил системы нечеткого вывода – это система нечетких продукционных правил, отражающая знания экспертов о методах управления объектом в различных ситуациях, характере его функционирования в различных условиях и т.п., т.е. содержащая формализованные человеческие знания [1].

В заключение отметим, что задание жестких правил невозможно, так как нечеткость присутствует во входных данных по контрагентам, что приводит нас к использованию системы нечёткого вывода, которая позволяет осуществлять адаптивную оценку риска для класса компаний. Также более точный анализ компании-контрагента достигается за счет применения системы нечеткого вывода, содержащей знания экспертов, выраженные в правилах и весовых коэффициентах.

Литература

1. Суконщиков А.А., Дохтаева И.А. Применение интеллектуальных систем и средств нечеткой логики в автоматическом управлении // Научные исследования: от теории к практике: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. — Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. — С. 188–189.