

УДК 004.02

Л.А. Латанская

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения автоматизированных систем

Т.А. Фарионова

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения автоматизированных систем

А.Ю. Павленко

Магистр кафедры информационных управляющих систем и технологий

Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, Николаев

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА В ЗАДАЧЕ ВЫБОРА КАНДИДАТА ДЛЯ СТАЖИРОВКИ ЗА РУБЕЖОМ

Розв'язана задача нечіткого логічного виводу для прийняття рішень в задачах вибору кандидата для стажування за кордоном. Вводиться нечітка характеристика вихідних даних; визначається множина правил нечіткого логічного виводу; формується алгоритм нечіткого логічного виводу.

Ключові слова: *нечіткий логічний вивід, альтернатива, прийняття рішень, правила вибору*

Решена задача нечеткого логического вывода для принятия решений в задачах выбора кандидата для стажировки за рубежом. Вводится нечеткая характеристика исходных данных; определяется множество правил нечеткого логического вывода; формируется алгоритм нечеткого логического вывода.

Ключевые слова: *нечеткий логический вывод, альтернатива, принятие решений, правила выбора*

The article solves the problem of fuzzy logic for decision-making in the problems of selecting a candidate for an internship abroad. We introduce a fuzzy characterization of the source data is defined by a set of rules of fuzzy inference, is formed of a fuzzy inference algorithm.

Keywords: *fuzzy inference, an alternative decision-making rules for choosing*

Постановка проблемы

Методы нечеткой логики применяются для представления знаний эксперта. Системы, основанные на нечеткой логике, разработаны и успешно внедрены в таких областях, как управление технологическими процессами, управление транспортом, управление бытовой техникой, медицинская и техническая диагностика, финансовый менеджмент, финансовый анализ, биржевое прогнозирование, распознавание образов, исследование рисков и критических операций, прогнозирование землетрясений, составление автобусных расписаний, климатический контроль в зданиях.

Многие современные задачи управления просто не могут быть решены классическими методами из-за очень большой сложности описывающих их математических моделей.

Использование аппарата нечеткой логики рекомендуется:

- для очень сложных процессов, когда не существует простой математической модели;
- для нелинейных процессов высоких порядков;
- для случая, если должна производиться обработка (лингвистически сформулированных) экспертных знаний.

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова поддерживает сотрудничество с научно-исследовательскими учреждениями и промышленными предприятиями мировых стран. Актуальным является разработка механизма принятия решений для объективной оценки кандидатов. В настоящее время отбор кандидатов производится на основе анкетирования и собеседования. Однако полученная информация является часто противоречивой, неполной и

неформализованной, что мешает объективному и прозрачному выбору наиболее достойной кандидатуры. Такая задача является слабоструктурированной.

В условиях неполноты и неточности информации построение точной математической модели оказывается проблематичным. С другой стороны, создание модели сложных, плохо формализуемых объектов становится трудно выполнимым. В таких случаях наиболее эффективными являются нечеткие методы моделирования, которые в значительной степени основаны на знаниях экспертов, на основании которых, в свою очередь могут быть получены позитивные результаты в итеративном процессе уточнения непротиворечивой модели. В связи с этим целесообразно использовать метод нечеткого логического вывода для решения задачи выбора кандидата для стажировки за рубежом.

Анализ последних исследований

За последние годы увеличилось количество публикаций по теоретическим и прикладным аспектам систем обработки нечеткой информации. Разработаны программные и аппаратно-программные комплексы принятия решений управления на базе нечеткой логики и знаний с разными уровнями интеллектуальности. Разработка нечетких систем производственного и бытового назначения становится одной из наиболее перспективных и быстро окупающих себя отраслей. Предметной областью последних исследований являются приложения в бытовой технике, медицине, экологическом мониторинге и других сферах человеческой жизнедеятельности [1-5].

Необходимо отметить, что последние прикладные разработки объединяет ориентация на реализацию одной из возможных модификаций алгоритмов нечеткого логического вывода, а именно – композиционного вывода.

Цель статьи

Целью статьи является обоснование целесообразности практического использования нечеткого логического вывода в базах знаний продукционного типа с целью принятия решений в задачах выбора кандидатов для стажировки.

Изложение основного материала

Типичным примером задачи выбора является рассмотрение руководством организации кандидатов для стажировки за границей.

Содержательная постановка задачи. Задача заключается в том, чтобы, используя метод нечеткого логического вывода, выявить наилучшего

претендента. Обсуждение среди членов руководства организации дало следующий результат:

d_1 : "Если кандидат владеет языком и имеет хорошие академические знания, то он – удовлетворяющий";

d_2 : "Если он вдобавок имеет сертификат о знании языка, то он – более чем удовлетворяющий";

d_3 : "Если он дополнительно к условиям d_2 участвовал в международных олимпиадах и занимал призовые места, то он – безупречный";

d_4 : "Если он имеет все оговоренное в d_3 , но не занимал призовые места, то он – очень удовлетворяющий";

d_5 : "Если кандидат не знает языка и плохо учится, то он – неудовлетворяющий".

Построение базы нечетких лингвистических правил. Анализ приведенных информационных фрагментов позволяет выявить пять критериев, используемых для принятия решения:

X_1 – знание языка;

X_2 – академические знания;

X_3 – наличие сертификата о знании языка;

X_4 – участие в международных олимпиадах;

X_5 – призовые места в олимпиадах;

Y – удовлетворительность.

Для формулирования правил следует определить возможные значения лингвистических переменных X_i и Y , которые будут использоваться для оценки кандидатов [2; 5]:

d_1 : "Если X_1 = ВЛАДЕЕТ и X_2 = ХОРОШИЕ, то Y = УДОВЛЕТВОРЯЮЩИЙ";

d_2 : "Если X_1 = ВЛАДЕЕТ и X_2 = ХОРОШИЕ, и X_3 = ИМЕЕТ, то Y = БОЛЕЕ ЧЕМ УДОВЛЕТВОРЯЮЩИЙ";

d_3 : "Если X_1 = ВЛАДЕЕТ и X_2 = ХОРОШИЕ, и X_3 = ИМЕЕТ, X_4 = УЧАСТВОВАЛ, и X_5 = ЗАНИМАЛ, то Y = БЕЗУПРЕЧНЫЙ";

d_4 : "Если X_1 = ВЛАДЕЕТ и X_2 = ХОРОШИЕ, и X_3 = ИМЕЕТ, X_4 = УЧАСТВОВАЛ, и X_5 = НЕ ЗАНИМАЛ, то Y = ОЧЕНЬ УДОВЛЕТВОРЯЮЩИЙ";

d_5 : "Если X_1 = НЕ ВЛАДЕЕТ и X_2 = ПЛОХИЕ, то Y = НЕУДОВЛЕТВОРЯЮЩИЙ".

Фазификация входных переменных

Переменная Y задана на множестве $J = \{0; 0.1; 0.2; \dots; 1\}$. Значения переменной Y заданы с помощью следующих функций принадлежности:

$$\begin{aligned} \mu_S(X) &= X, & S - \text{удовлетворяющий;} \\ \mu_{MS}(X) &= 2X, & MS - \text{более чем} \\ & & \text{удовлетворяющий;} \\ \mu_{OS}(X) &= X^2, & OS - \text{очень удовлетворяющий;} \\ \mu_{US}(X) &= 1 - X, & US - \text{неудовлетворяющий;} \\ \mu_P(X) &= \begin{cases} 1, & X = 1 \\ 0, & X < 1 \end{cases}, & P - \text{безупречен.} \end{aligned}$$

Выбор производится из пяти кандидатов на множестве:

$$U = \{u_1; u_2; u_3; u_4; u_5\}.$$

В рассматриваемой задаче оценки кандидатов заданы следующими нечеткими множествами:

Знание языка

$$A = \{0.6/u_1; 0.7/u_2; 0.9/u_3; 0.8/u_4; 1/u_5\};$$

Академические знания

$$B = \{0.7/u_1; 0.8/u_2; 1/u_3; 0.9/u_4; 1/u_5\};$$

Наличие сертификата

$$C = \{0.6/u_1; 0.8/u_2; 1/u_3; 0.7/u_4; 0.5/u_5\};$$

Участие в олимпиадах

$$D = \{0.7/u_1; 0.8/u_2; 1/u_3; 1/u_4; 0.1/u_5\};$$

Призовые места

$$E = \{0.3/u_1; 0.5/u_2; 1/u_3; 0.6/u_4; 0.1/u_5\}.$$

С учетом введенных обозначений правила

d_1, \dots, d_5 принимают вид:

- d_1 : "Если $X = A$ и B , то $Y = S$ ";
- d_2 : "Если $X = A$ и B , и C , то $Y = MS$ ";
- d_3 : "Если $X = A, B, C, D$, и E , то $Y = P$ ";
- d_4 : "Если $X = A, B, C, D$, и не E , то $Y = OS$ ";
- d_5 : "Если $X =$ не A и не B , то $Y = US$ ".

Вычислим функции принадлежности для левых частей приведенных правил:

$$\begin{aligned} \text{Для } d_1: & \mu_{M_1}(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u)); \\ M_1 &= \{0.6/u_1; 0.7/u_2; 0.9/u_3; 0.8/u_4; 1/u_5\}; \\ \text{Для } d_2: & \mu_{M_2}(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u), \mu_C(u)); \\ M_2 &= \{0.6/u_1; 0.7/u_2; 0.9/u_3; 0.7/u_4; 0.5/u_5\}; \\ \text{Для } d_3: & \mu_{M_3}(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u), \mu_C(u), \mu_D(u), \mu_E(u)); \\ M_3 &= \{0.3/u_1; 0.5/u_2; 0.9/u_3; 0.6/u_4; 0.1/u_5\}; \\ \text{Для } d_4: & \mu_{M_4}(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u), \mu_C(u), \mu_D(u), 1 - \mu_E(u)); \\ M_4 &= \{0.6/u_1; 0.5/u_2; 0/u_3; 0.4/u_4; 0.1/u_5\}; \\ \text{Для } d_5: & \mu_{M_5}(u) = \min(1 - \mu_A(u), 1 - \mu_B(u)); \\ M_5 &= \{0.3/u_1; 0.2/u_2; 0/u_3; 0.1/u_4; 0/u_5\}. \end{aligned}$$

Используя для преобразования правил вида "Если $X = M$, то $Y = Q$ " импликацию Лукасевича $\mu_D(u, j) = \min(1, 1 - \mu_M(u) + \mu_Y(j))$, для каждой пары (u, j) получаем следующие нечеткие отношения:

		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	M ₁
D ₁ =	u ₁	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1	1	1	1	0,6
	u ₂	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1	1	1	0,7
	u ₃	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1	0,9
	u ₄	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1	1	0,8
	u ₅	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1
D ₂ =	u1	0,4	0,6	0,8	1	1	1	1	1	1	1	1	0,6
	u2	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1	1	1	1	1	1	0,7
	u3	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1	1	1	1	1	0,9
	u4	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1	1	1	1	1	1	0,7
	u5	0,5	0,7	0,9	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5
D ₃ =	u1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1	0,3
	u2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5
	u3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1	0,9
	u4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	1	0,6
	u5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,1

		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	M4
D ₄ =	u1	0,4	0,41	0,44	0,49	0,56	0,65	0,76	0,89	1	1	1	0,6
	u2	0,5	0,51	0,54	0,59	0,66	0,75	0,86	0,99	1	1	1	0,5
	u3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	u4	0,6	0,61	0,64	0,69	0,76	0,85	0,96	1	1	1	1	0,4
	u5	0,9	0,91	0,94	0,99	1	1	1	1	1	1	1	0,1
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	M ₅
D ₅ =	u ₁	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,8	0,7	0,3
	u ₂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,8	0,2
	u ₃	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	u ₄	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,1
	u ₅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
D =	u1	0,4	0,41	0,44	0,49	0,56	0,65	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	u2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8
	u3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1
	u4	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,9
	u5	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1

В результате пересечения отношений D_1, \dots, D_5 получаем общее функциональное решение D .

Для вычисления удовлетворительности каждой из альтернатив применим правило композиционного вывода в нечеткой среде [2, 5]:

$$E_k = G_k * D,$$

где E_k – степень удовлетворения альтернативы k ;

G_k – отображение альтернативы k в виде нечеткого подмножества на U ; D – общее функциональное решение.

Для первой альтернативы:

$$E_1 = \{0.4/0; 0.41/0.1; 0.44/0.2; 0.49/0.3; 0.56/0.4; 0.65/0.5; 0.7/0.6; 0.7/0.7; 0.7/0.8; 0.7/0.9; 0.7/1\}.$$

Вычисляем уровневые множества $E_{j\alpha}$ и мощность такого множества $M(E_{j\alpha})$ по формуле:

$$M(E_{j\alpha}) = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}.$$

Для $0 < \alpha < 0.4$:

$$d_\alpha = 0.4;$$

$$E_{1\alpha} = \{0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{1\alpha}) = 0.5.$$

Для $0.4 < \alpha < 0.41$:

$$d_\alpha = 0.01;$$

$$E_{2\alpha} = \{0.1; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{2\alpha}) = 0.55.$$

Для $0.41 < \alpha < 0.44$:

$$d_\alpha = 0.03;$$

$$E_{3\alpha} = \{0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{3\alpha}) = 0.6.$$

Для $0.44 < \alpha < 0.49$:

$$d_\alpha = 0.05;$$

$$E_{4\alpha} = \{0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{4\alpha}) = 0.65.$$

Для $0.49 < \alpha < 0.56$:

$$d_\alpha = 0.07;$$

$$E_{5\alpha} = \{0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{5\alpha}) = 0.7.$$

Для $0.56 < \alpha < 0.65$:

$$d_\alpha = 0.09;$$

$$E_{6\alpha} = \{0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{6\alpha}) = 0.75.$$

Для $0.65 < \alpha < 0.7$:

$$d_\alpha = 0.05;$$

$$E_{7\alpha} = \{0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1\};$$

$$M(E_{7\alpha}) = 0.8.$$

Находим точечную оценку E_1 :

$$F(E_1) = 0.2 + 0.0055 + 0.018 + 0.0325 + 0.049 + 0.0675 + 0.04 = 0.413.$$

Аналогично находим точечные оценки для остальных альтернатив:

$$F(E_2) = 0.565;$$

$$F(E_3) = 0.95;$$

$$F(E_4) = 0.715;$$

$$F(E_5) = 0.775.$$

Выводы

Впервые метод нечеткого логического вывода был применен для решения задачи выбора кандидата для стажировки за рубежом.

В результате проведенных расчетов были определены точечные оценки всех альтернатив. Лучшей альтернативой является та, которая имеет наибольшую оценку, а именно u_3 . Второе место занимает альтернатива u_5 , на третьем месте – u_4 , на четвертом – u_2 на пятом месте u_1 .

Использование нечеткой логики для решения такого рода задач позволяет максимально приблизить математическую модель оценки качества к логике рассуждений квалифицированных специалистов, принимающих оценочные решения.

Построение нечетких экспертных систем, которые основаны на предложенной методике, дает возможность не только оценить качество интеллектуальной деятельности, но и создает условия для ее проектирования.

Список литературы

1. Андрейчиков А.В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст]/А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова – М.: Финансы и статистика, 2000. – 368 с.

2. Коваленко И.И. Методы принятия решений: Учебное пособие [Текст] / И.И. Коваленко, Т.А. Фарionoва, С.Б. Приходько – Николаев, НУК, 2009. – 180 с.

3. Крап Н.П. Методологія управління проектами на основі підходу нечіткого відношення переваги [Текст] / Н.П. Крап, В.М. Юзевич // Управління розвитком складних систем. – 2012. – №10. – С. 53 – 56.

4. Rogozin O.V. Метод нечеткого логического вывода решения в задаче подбора программного обеспечения на основе качественных характеристик этого обеспечения как объекта инвестиций [Электронный ресурс] / О.В. Рогозин // Качество. Инновации. Образование – 2009 – №3 – Режим доступа: <http://www.quality-journal.ru/data/article/557/files/Rogozin@QJ0309.pdf>. – Заголовок с экрана.

5. Bellman R.E. Decision making in a fuzzy environment [Текст] / R.E. Bellman, L.A. Zadeh // Management Science. – 1970. – №17. – PP.141 – 164.

Статья поступила в редколлегию 21.10.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.В. Кошкин, Национальный университет кораблестроения имени адм. Макарова, Николаев.