

Курс лекции по дисциплине YaPZ7302 Языки представления знаний

Лекция 9. Работа с нечеткостью

Цель: Изучение способов работы с нечеткими знаниями

План:

1. Понятие «нечеткости»
2. Основы теории нечетких множеств
3. Операции с нечеткими знаниями

При формализации знаний существует проблема, затрудняющая использование традиционного математического аппарата. Это проблема описания понятий, оперирующих качественными характеристиками объектов (*много, мало, сильный, очень сильный* и т. п.). Эти характеристики обычно размыты и не могут быть однозначно интерпретированы, однако содержат важную информацию (например, "одним из возможных признаков гриппа является *высокая* температура").

Кроме того, в задачах, решаемых интеллектуальными системами, часто приходится пользоваться неточными знаниями, которые не могут быть интерпретированы как полностью истинные или ложные (логические true/false или 0/1). Существуют знания, достоверность которых выражается некоторой промежуточной цифрой, например 0,7.

Как, не разрушая свойства размытости и неточности, представлять подобные знания формально? Для разрешения таких проблем в начале 70-х годов XX века американский математик Лотфи Заде предложил формальный аппарат *нечеткой* (fuzzy) алгебры и нечеткой логики [Заде, 1972]. Позднее это направление получило широкое распространение [Орловский, 1981; Аверкин и др., 1986; Яшин, 1990] и положило начало одной из ветвей ИИ под названием *мягкие вычисления* (soft computing).

Л. Заде ввел одно из главных понятий в нечеткой логике — понятие лингвистической переменной.

Лингвистическая переменная (ЛП) — это переменная, значение которой определяется набором вербальных (т. е. словесных) характеристик некоторого свойства.

Например, ЛП "рост" определяется через набор *{карликовый, низкий, средний, высокий, очень высокий}*.

Основы теории нечетких множеств

Значения лингвистической переменной (ЛП) определяются через так называемые *нечеткие множества* (НМ), которые в свою очередь определены на некотором *базовом* наборе значений или базовой числовой шкале, имеющей размерность. Каждое значение ЛП определяется как нечеткое множество (например, НМ "низкий рост").

Нечеткое множество определяется через некоторую базовую шкалу B и функцию принадлежности НМ — $\mu(x)$, $x \in B$ Д принимающую значения на интервале $[0; 1]$. Таким образом, нечеткое множество B — это совокупность пар вида $(x, \mu(x))$, где $x \in B$. Часто встречается и такая запись:

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\mu(x_i)},$$

где x_i — i -е значение базовой шкалы.

Функция принадлежности определяет субъективную *степень уверенности* эксперта в том, что данное конкретное значение базовой шкалы соответствует определяемому НМ. Эту функцию не стоит путать с вероятностью, носящей объективный характер и подчиняющейся другим математическим зависимостям.

Например, для двух экспертов определение НМ "высокая" для ЛП "цена автомобиля" в условных единицах может существенно отличаться в зависимости от их социального и финансового положения.

"Высокая_цена_автомобиля_1" = {50000/1 + 25000/0.8 + 10000/0.6 + 5000/0.4}

"Высокая_цена_автомобиля_2" = {25000/1 + 10000/0.8 + 5000/0.7 + 3000/0.4}

Пусть перед нами стоит задача интерпретации значений ЛП "возраст", таких как "молодой" возраст, "преклонный" возраст или "переходный" возраст. Определим "возраст" как ЛП (рис. 1.8). Тогда "молодой", "преклонный", "переходный" будут значениями этой лингвистической переменной. Более полно, базовый набор значений ЛП "возраст" следующий:

$V = \{\text{младенческий, детский, юный, молодой, зрелый, преклонный, старческий}\}$.

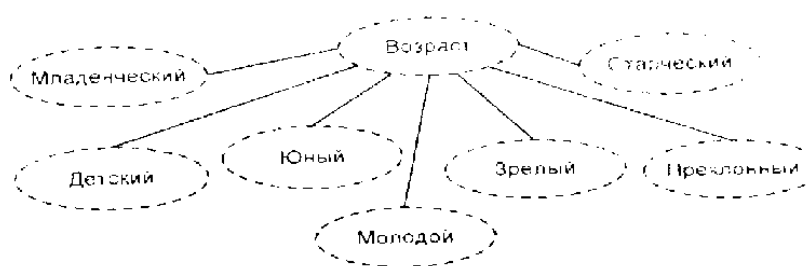


Рис. 7. Лингвистическая переменная "возраст" и нечеткие множества, определяющие ее значения

Для ЛП "возраст" базовая шкала — это числовая шкала от 0 до 120, обозначающая количество прожитых лет, а функция принадлежности определяет, насколько мы уверены в том, что данное количество лет можно отнести к данной категории возраста. На рис. 8. отражено, как одни и те же значения базовой шкалы могут участвовать в определении различных НМ.

Рис. 9 иллюстрирует оценку НМ неким усредненным экспертом, который ребенка до полугода с высокой степенью уверенности относит к младенцам ($\mu = 1$). Дети до четырех лет причисляются к младенцам тоже, но с меньшей степенью уверенности ($0,5 < \mu < 0,9$), а в десять лет ребенка называют так только в очень редких случаях — к примеру, для девяностолетней бабушки и 15 лет может считаться младенчеством. Таким образом, нечеткие множества позволяют при определении понятия учитывать субъективные мнения отдельных индивидуумов.

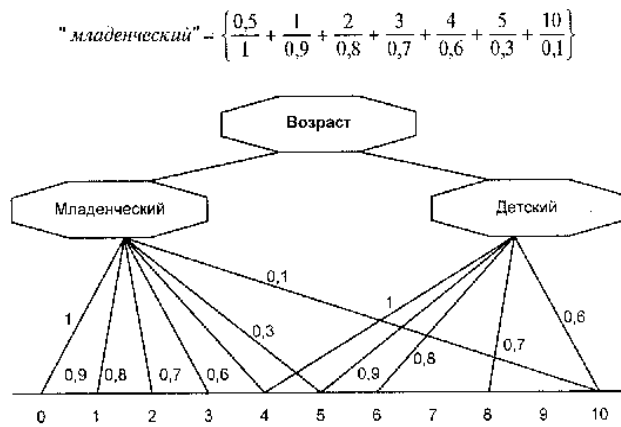


Рис. 8. Формирование нечетких множеств

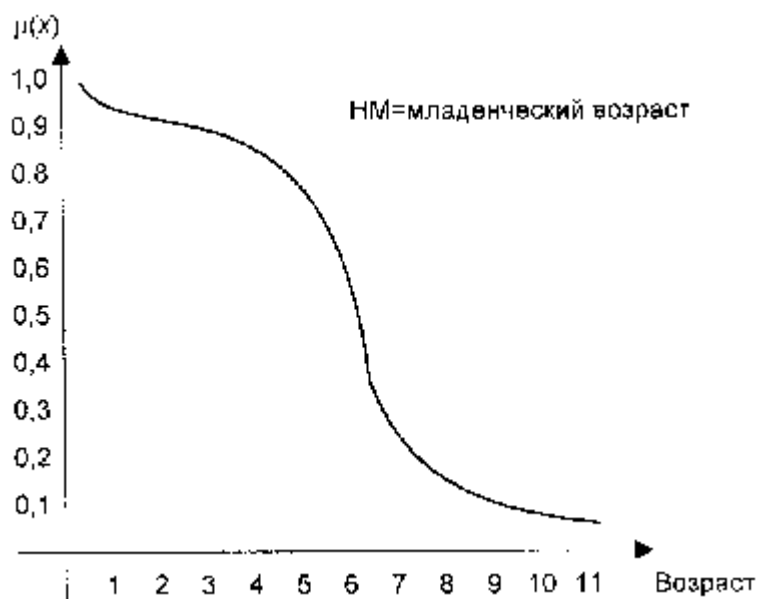


Рис.9.График функции принадлежности нечеткому множеству «младенческий возраст»

Операции с нечеткими знаниями

Для операций с нечеткими знаниями, выраженными при помощи лингвистических переменных, существует много различных способов. Эти способы являются в основном эвристиками.

Мы не будем останавливаться на этом вопросе подробно, укажем лишь для примера определение нескольких операций. Например, операция "ИЛИ" часто задается так [Аверкин и др., 1986; Яшин, 1990]:

$$\mu(x) = \max(\mu_1(x), \mu_2(x))$$

(так называемая логика Заде) или так:

$$\mu(x) = \mu_1(x) + \mu_2(x - \mu_1(x)) * \mu_2(x)$$

(вероятностный подход).

Усиление или ослабление лингвистических понятий достигается введением специальных квантификаторов. Например, если понятие "старческий возраст" определяется как

$$\left\{ \frac{60}{0,6} + \frac{70}{0,8} + \frac{80}{0,9} + \frac{90}{1} \right\}$$

то понятие "очень старческий возраст" распознается как

$$\text{con}(A) = A^2 = \sum_i \frac{X_i}{\mu_i^2}$$

т. е. очень старческий возраст определится так:

$$\left\{ \frac{60}{0,36} + \frac{70}{0,64} + \frac{80}{0,81} + \frac{90}{1} \right\}$$

Для вывода на нечетких множествах используются специальные отношения и операции над ними (подробнее см. [Орловский, 1981]).

Одним из первых применений теории НМ стало использование коэффициентов уверенности для вывода рекомендаций медицинской системы MYCIN [Shortliffe, 1976]. Этот метод использует несколько эвристических приемов. Он стал примером обработки нечетких знаний, повлиявших на последующие системы.

В настоящее время в большинство инструментальных средств разработки систем, основанных на знаниях, включены элементы работы с НМ, кроме того, разработаны специальные программные средства реализации так называемого нечеткого вывода, например "оболочка" FuzzyCLIPS.

Контрольные вопросы:

1. Определение термина «лингвистическая переменная».
2. Перечислите операции с нечеткими знаниями.

Литература:

1. А. П. Частиков Т. А. Гаврилова Д. Л.Белов. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ. СРЕДА CLIPS. СПб: БХВ-Петербург, 2003

Ключевые слова:

Нечеткость, теория нечетких множеств, нечеткие знания