

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ СИТУАЦИЙ

к.т.н. А.В. Щербаков, А.Н. Магера, А.Л. Стокипный
(представил д.ф.-м.н., проф. С.В. Смеляков)

В статье предлагается новый метод решения задач распознавания ситуаций, основанный на применении нечеткой логики.

Как известно, в основе управления сложными объектами и системами лежит процесс принятия решений. Наиболее сложной частью этого процесса является решение задач распознавания ситуаций (РС-задач), заключающееся в формировании выводов о текущем и (или) прогнозируемом состоянии проблемной среды. Для решения задач подобного класса была обоснована необходимость применения технологии экспертных систем, разработаны соответствующие методы представления знаний [1]. Однако, высокая сложность РС-задач, а также их разнообразие не позволяют считать полностью решёнными вопросы их формализации.

В статье предлагается ещё один метод решения РС-задач, который в качестве формализма для представления экспертных знаний о проблемной области использует элементы нечёткой логики, а именно отношения на нечётких ситуациях. Основная идея метода состоит в следующем. Экспертные знания представляются в виде набора эталонных описаний состояний проблемной среды. Процесс решения заключается в том, что, используя специальные меры близости, осуществляется сопоставление текущего состояния проблемной среды с эталонами и находится ближайший эталон, который выбирается в качестве ответа задачи.

Состояния проблемной среды можно оценивать по значениям признаков - его отличительных черт. Количество признаков (мощность множества признаков) определяется целями, которые должны быть достигнуты в результате решения РС-задачи. Выбор признаков является задачей концептуальной и осуществляется экспертом.

Набор значений признаков, описывающих состояние проблемной среды в некоторый момент времени, назовём ситуацией. Очевидно, что число возможных ситуаций зависит от мощности множества признаков и от степени конкретизации значений признаков. Если p – число признаков, m_i - число значений признака $y_i \in Y$ ($i \in \{1, 2, \dots, p\}$), то число возможных ситуаций не превышает $m_1 m_2 \dots m_p$. При этом с точки зрения требований, предъявляемых к системе управления, многие ситуации будут примерно одинаковы при заданной дискретности шкал измерения признаков, т.е. множество возможных ситуаций в этом отношении избыточно.

Гораздо меньше общего числа ситуаций число характерных “типовых” ситуаций, но для их описания эксперту наиболее удобно пользоваться словесными значениями признаков. Исходя из этой потребности, введём понятие нечёткого лингвистического значения признака. Пусть $T^y = \{T_1^y, T_2^y, \dots, T_m^y\}$ - упорядоченное по какому-либо признаку множество словесных (вербальных) значений признака y (называемых термами), а $\mu(t_i)$ - функция соответствия терма-параметра истинному значению признака. Область значений функции μ - это диапазон $[0:1]$. Функция μ является частным случаем функции принадлежности нечёткой переменной базовому множеству (функция принадлежности, особенности её построения и требования к её виду достаточно подробно описаны в [2]).

Нечётким лингвистическим значением признака (или просто нечётким значением) назовём множество пар

$$\left\{ \langle t_1^y / \mu^y(t_1) \rangle, \langle t_2^y / \mu^y(t_2) \rangle, \dots, \langle t_m^y / \mu^y(t_m) \rangle \right\},$$

иначе обозначаемое $\{ \langle T^y / \mu^y \rangle \}$.

Все возможные состояния проблемной среды могут описываться набором типовых ситуаций, каждая из которых является совокупностью нечётких значений признаков, эти ситуации назовём “нечёткими”.

Набор нечётких ситуаций достаточно полно описывает возможные состояния проблемной среды, при условии учёта всех особенностей этой среды и объекта управления [2].

Дадим формальное определение “нечёткой” ситуации. Пусть $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p\}$ - множество признаков, значения которых описывают состояние проблемной среды. Нечёткой ситуацией s , возникшей в проблемной среде, называется множество нечётких значений признаков y_1, y_2, \dots, y_p на этот момент

$$S = \left\{ \langle T^{y_1} / \mu^{y_1} \rangle, \langle T^{y_2} / \mu^{y_2} \rangle, \dots, \langle T^{y_p} / \mu^{y_p} \rangle \right\}.$$

Ограниченный набор нечётких ситуаций может описывать практически бесконечное число состояний проблемной среды. Теперь упрощенно процесс решения задачи можно представить следующим образом. Состояние среды представляется в виде нечёткой ситуации. Полученная входная нечёткая ситуация сравнивается со всеми типовыми ситуациями (описанными экспертом и хранящимися например в виде таблицы). Определяется типовая нечёткая ситуация, в некотором смысле наиболее близкая входной нечёткой ситуации. Эта типовая нечёткая ситуация и является решением задачи.

В качестве меры для определения степени близости нечёткой ситуации s_0 нечёткой ситуации s_i из набора типовых нечётких ситуаций $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ могут использоваться степень нечёткого включения s_0 в s_i , степень нечёткого равенства s_0 и s_i . Выбор меры близости определяется особенностями проблемной среды и решаемой задачи. Если воз-

возможность получить неточный ответ при решении задачи предпочтительнее возможности не получить ответа с требуемой степенью близости, то в качестве меры близости выбирается степень нечёткого включения, в противном случае выбирается степень нечёткого равенства.

Определим типы этих нечётких отношений. Пусть s_1 и s_2 есть некоторые нечёткие ситуации с одним и тем же набором признаков $Y = (y_1, y_2, \dots, y_p)$.

Понятие степени включения нечётких ситуаций базируется на определении степени включения нечётких множеств [2]. Степень нечёткого включения ситуации s_1 в ситуацию s_2 обозначается $\gamma(s_1, s_2)$ и определяется выражением

$$\gamma(s_1, s_2) = \&_{y_i \in Y} \left[\&_{t_j \in T^{y_i}} \mu_{s_1}^{y_i}(t_j) \rightarrow \mu_{s_2}^{y_i}(t_j) \right].$$

Здесь внутренняя конъюнкция вычисляется по всем термам t_j множества термов признака y_i . Внешняя конъюнкция вычисляется по всем признакам y_i множества Y . Область значений функции γ – диапазон $[0; 1]$.

Понятие степени равенства нечётких ситуаций базируется на определении степени включения ситуаций. Степень нечёткого равенства ситуаций s_1 и s_2 обозначается $\phi(s_1, s_2)$ и определяется выражением

$$\phi(s_1, s_2) = \gamma(s_1, s_2) \& \gamma(s_2, s_1).$$

Область значений функции ϕ – диапазон $[0; 1]$. Численное значение степени близости полученного решения РС-задачи входной нечёткой ситуации характеризует истинность этого решения. Если это значение меньше 0.5, то решение является неудовлетворительным, это может случиться, если множество эталонных ситуаций не обладает необходимой полнотой.

Проведённые исследования показали, что в случае небольшого числа типовых состояний проблемной среды применение данного метода более эффективно, чем применение продукционных правил – одного из основных формализмов, используемых при решении РС-задач в настоящее время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов В.П. Каузальная многозначная логика как математическая основа моделирования рассуждений эксперта при распознавании ситуаций. Искусственный интеллект в системах управления. – Харьков : ВИРТА, 1988. – С.248 - 266.
2. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечёткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 288 с.

Поступила 14.01.2002

ЩЕРБАКОВ Александр Всеволодович, канд. техн. наук, доцент кафедры ХВУ. В 1984 году закончил ХГУ. Область научных интересов – экспертные системы.

МАГЕРА Александр Николаевич, курсант 4 курса ХВУ.

СТОКИПНЫЙ Александр Леонидович, курсант 5 курса ХВУ.