А. А. Малиев (Воронеж, ВГУ). **Формирование и трансляция нечетких запросов реляционной алгебры к четким базам данных на языке SQL.**

Определим математический аппарат для нечетких множеств. Пусть E — универсальное (несущее) множество, x — элемент, а R — некоторое свойство. Определим для несущего множества E подмножество A, элементы которого удовлетворяют свойству R, как множество упорядоченных пар $A = \{\mu_A(x)/x\}$, где $\mu_A(x)$ — функция принадлежности (ФП), принимающая значения в некотором упорядоченном множестве M, например, $M = [0, 1]$. Множество A с такой характеристической функцией является нечетким множеством. *Высотой* нечеткого множества называется $\sup_{x \in E} \mu_A(x)$. Множество является *нормальным*, если его высота равна 1.

Обозначим $X_{\sup \mu(x)}$ множество точек x множества X, в которых $\mu(x)$ достигает супремума. Для этих множеств введем следующие ФП:

$$\mu_{SUP-GT(X)}(x) = \begin{cases} 1, & x > y, \forall y \in X_{\sup \mu(x)}, \\ 0, & x \leqslant y, \forall y \in X_{\sup \mu(x)}, \end{cases}$$

$$\mu_{SUP-LT(X)}(x) = \begin{cases} 1, & x < y, \forall y \in X_{\sup \mu(x)}, \\ 0, & x \geqslant y, \forall y \in X_{\sup \mu(x)}. \end{cases}$$

Для описания нечетких значений, которые может принимать атрибут кортежа, введем понятие лингвистической переменной (ЛП). В основе понятия ЛП лежит термин «нечеткая переменная», обозначающий нечеткое множество, которому было присвоено некоторое наименование.

Нечеткая переменная характеризуется тройкой (α, X, A), где α — наименование переменной; X — универсальное множество (область определения α); A — нечеткое множество на X, описывающее ограничения на значения нечеткой переменной α.

Значения ЛП описываются при помощи ФП. Наиболее распространенными ФП являются гауссовская, колоколообразная, трапециевидная, треугольная, s-подобная и z-подобная ФП.

Пусть x — значение атрибута, A и B — некоторые значения ЛП, которые может принимать x. Тогда операторы сравнения и логические операторы в нечетком запросе представляются при помощи ФП следующим образом: оператор «=»: $\mu_A(x)$, оператор «$\neq$»: $1-\mu_A(x)$, оператор «>»: $\min\{1-\mu_A(x), \mu_{SUP-GT(A)}(x)\}$, оператор «<»: $\min\{1-\mu_A(x), \mu_{SUP-LT(A)}(x)\}$, оператор «$\geqslant$»: $\max\{\mu(x), \mu_{SUP-GT(A)}(x)\}$, оператор «$\leqslant$»: $\max\{\mu(x), \mu_{SUP-LT(A)}(x)\}$, оператор AND: $\mu_{A \text{ AND } B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$, оператор OR: $\mu_{A \text{ OR } B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}$, оператор NOT: $\mu_{\text{NOT } A}(x) = 1 - \mu_A(x)$.

Так как в условии запроса также могут присутствовать сравнения атрибутов с их четкими значениями, для каждого такого атрибута в соответствие ставится ФП, принимающая значение 1, когда атрибут равен этому значению, и 0 в противном случае. Таким образом, задача составления и трансляции нечеткого запроса к четкой базе данных на языке SQL будет состоять из следующих шагов: 1) определение ФП для ЛП в запросе; 2) формирование ФП $\mu_{SUP-LT(X)}(x)$ и $\mu_{SUP-LT(X)}(x)$ для каждого значения ЛП; 3) составление нечеткого запроса; 4) формирование обобщенных ФП для условий запроса; 5) трансляция запроса путем замены условий обобщенными ФП, значение которых сравниваются со значением точности α.

Чтобы усилить или ослабить приоритет некоторых ЛП в запросе, используются лингвистические модификаторы. К усиливающим относится модификатор «очень», к ослабляющим — «приблизительно», «почти». Нечеткие множества этих модификаторов можно описать функциями принадлежности вида $\mu_{\text{около } A}(x)$. Также иногда приходится оперировать ЛП, образованными от точных значений. Для этого существует нечеткое отношение «около», реализуемое соответствующей ФП на некотором относительном интервале.