

Е.В. БЕЛЕЦКИЙ

МОДЕЛЬ ЗНАНИЙ КОНТЕКСТНОГО ПОСРЕДНИКА

Контекстный посредник - это система, осуществляющая контекстный обмен данными. Структура такой системы подробно описана в [1]. В данной работе представлена логическая модель знаний контекстного посредника, основанная на бинарных предикатах. Контексты рассмотрены как объекты предметной области, а связи между ними описаны новой логической моделью, выделенной как следующий уровень (плоскость) представления знаний. Таким образом, получается многоуровневая логическая модель знаний контекстного посредника, которую еще называют контекстной моделью интегрируемых посредником баз данных (БД).

Для построения логической контекстной модели БД используются предикаты и операции над ними [2].

$R(x, y)$ – фиксированное бинарное отношение, заданное на декартовом произведении $E^n * E^n$, $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)$; $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$, E – некоторое множество значений концептов [2]. На языке алгебры конечных предикатов принадлежность пары (x, y) отношению R имеет вид предиката: $xRy = R(x, y) = R(x_1, x_2, \dots, x_m, y_1, y_2, \dots, y_n)$.

Над бинарными предикатами определены операции суммы, произведения, обращения, отрицания и рассмотрена алгебра предикатов, основанная на этих операциях [2].

Пусть R_1 и R_2 – бинарные отношения, заданные соответственно на $E^m * E^n$ и $E^n * E^p$. Произведение $R_1 * R_2$ этих отношений, определенное на $E^m * E^p$, имеет вид $xR_1 * R_2 y = xR_1 z \wedge zR_2 y$. Здесь $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)$; $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$; $z=(z_1, z_2, \dots, z_p)$.

Пусть R_1 и R_2 – бинарные отношения, заданные на E^m . Сумма $R_1 + R_2$ отношений R_1 и R_2 , определенная на E^m , имеет вид $xR_1 + R_2 y = xR_1 y \vee xR_2 y$. Здесь $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$; $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$.

Бинарное отношение R^{-1} , обратное отношению R , имеет вид $x R^{-1} y = y R x$. Здесь $x = (x_1, x_2, \dots, x_m)$; $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$. В этом случае имеет место операция обращения отношения R .

Если x не вступает в отношение R с y , имеет место отрицание отношения R , обозначаемое $x\bar{R}y$.

Помимо свойств, доказанных для операций суммы и произведения [2], доказаны свойства для операций отрицания и обращения.

Обращение произведения $(R_1 * R_2)^{-1} = R_1^{-1} * R_2^{-1}$.

Обращение суммы $(R_1 + R_2)^{-1} = R_1^{-1} + R_2^{-1}$.

Обращение обращения $(R^{-1})^{-1} = R$.

Отрицание обращения $\overline{R^{-1}} = (\overline{R})^{-1}$.

Для задания отношения в виде предиката используется понятие характеристики предиката [2].

Для построения логической контекстной модели употребляются предикаты, моделирующие некоторые специфические отношения.

$D(x,y)$ - предикат равенства [2], устанавливает отношение равенства между концептами x и y . Формально предикат равенства определяется следующим образом: $xDy = \forall x \forall y \forall z (zRx \wedge zRy)$. Если концепты x и y связаны отношением равенства, то они семантически эквивалентны и конфликты между ними отсутствуют.

$E(x,y)$ - предикат эквивалентности [2]. Формально определяется следующим образом:

$$E(x, y) = \exists z(P(z, x) \wedge P(z, y)),$$

$$E(x, y) = \forall z(P(z, x) \sim P(z, y)).$$

Существует связь между предикатами равенства и эквивалентности $E(x,y) = D(f(x), f(y))$. Это означает, что если концепты x и y связаны отношением эквивалентности, то их, в принципе, можно связать отношением равенства, но в нем будут присутствовать семантические конфликты. Для их устранения вводится новый уровень предикатов более высокого порядка, на котором описывается предикатная операция над предикатом E [2].

$N(x,y)$ - предикат незнания, указывает на то, что не найдено никакой семантической связи между концептами x и y . Формально он определяется так: $xNy = \forall x \forall y \neg \exists R(xRy)$.

Предикаты D, N и E задаются следующими характеристиками:

$$D = \begin{pmatrix} 10 \dots 0 \\ 01 \dots 0 \\ \dots \dots \dots \\ 00 \dots 1 \end{pmatrix}, \quad N = \begin{pmatrix} 00 \dots 0 \\ 00 \dots 0 \\ \dots \dots \dots \\ 00 \dots 0 \end{pmatrix}, \quad E = \begin{pmatrix} 10 \dots 0 \\ 011 \dots 0 \\ 011 \dots 0 \\ 00 \dots 1 \end{pmatrix}.$$

Предикат-свойство $M(x, x_1)$ описывает свойства концепта x как концепт x_1 , находящийся на более высоком уровне контекстной модели.

Определим формально предикат-свойство. Пусть предикат $P(x)$ задает свойство концепта x . Это означает, что

$$P(x) = 1 \Leftrightarrow x \in P \Leftrightarrow E(x, P).$$

Обозначим предикат второго порядка ϵ предикатным символом M . Предикат P становится концептом (предметной переменной) второго порядка и обозначается символом $x1$. Таким образом, определяем переход от нижнего уровня контекстной модели БД к верхнему.

Предикат альтернатив $A(x,y)$ устанавливает все отношения между концептами x и y на одном уровне контекстной модели. Фактически A - это предикатная операция над всеми предикатами, участвующими в связывании концептов x и y .

Рассмотрим основанную на этих предикатах контекстную модель БД. Предположим, что концепты x и y связаны отношением эквивалентности E . Это значит, что между ними имеет место семантический конфликт. Для его устранения необходимо совершить переход на более высокий уровень модели и найти все отношения между свойствами $x1$ и $y1$ концептов x и y . В этом случае отношение между x и y будет выглядеть так.

$$P(x, y) = E(x, y) = D(f(x), f(y)) =$$

$$= D(x, y) + M(x, x1) * A(x1, y1) * M^{-1}(y1, y).$$

$$A(x1, y1) = \sum \prod R_{x1 \rightarrow y1}.$$

Если в альтернативах отсутствуют предикаты эквивалентности, то концепты x и y можно связать отношением равенства, т.е. $P(x,y)=D(x,y)$, в противном случае необходим переход на более высокий уровень контекстной модели. Конфликт считается устраненным, если все семантически эквивалентные концепты удалось связать предикатом равенства. Предикаты контекстной модели формируются либо в процессе контекстуализации, либо берутся из области общих онтологий [1].

Опишем контекстную модель БД, приведенных в работе [1], в рамках логики предикатов высших порядков

Базовый уровень:

$E(\text{price1, price2})$ $E(\text{descr1, descr2})$

Первый уровень:

$E(\text{Text1, Text2})$	$D(\text{var1, var2})$	$E(\text{real1, real2})$
$P11(\text{var1, real1})$	$P21(\text{real1, text1})$	$P31(\text{real1, money1})$
$P11(\text{var1, real1})$	$P21(\text{real1, text1})$	$M(\text{price1, money1})$
$M(\text{price2, real2})$	$M(\text{descr1, text1})$	$M(\text{descr2, text2})$

Второй уровень:

$D(\text{Ukr1, Ukr2})$	$D(\text{UAG1, UAG2})$	$D(\text{USD1, USD2})$
$P12(\text{USD1, RUR1})$	$P22(\text{USD1, UAG1})$	$P32(\text{Ukr1, Eng1})$
$P42(\text{DM2, USD2})$	$P52(\text{UAG2, DM2})$	$P62(\text{Rus2, Ukr2})$
$M(\text{money1, RUR1})$	$M(\text{real2, UAG2})$	

Методом резолюций определяем отношение, связывающее поля «описание товара» двух приведенных БД.

$$P(descr1, descr2) = D(descr1, descr2) + M(descr1, text1) \times D(text1, text2) + \\ + M(text1, Ukr1) \times D(Ukr1, Ukr2) \times P62^{-1}(Ukr2, Rus2) \times \\ \times M^{-1}(Rus2, text2) \times M^{-1}(text2, descr2).$$

При трактовке полученной формулы как последовательности контекстных преобразований знак умножения (\times) указывает на непосредственное следование вызовов методов, знак сложения (+) - на альтернативность цепочек преобразований, а предикат равенства - на отсутствие каких-либо преобразований на каждом контекстном уровне. Преобразования следует выполнять, начиная с наивысшего уровня контекста и заканчивая базовым. В рассмотренном примере для полей описаний необходим перевод с украинского языка на русский.

Таким образом, представлена логическая модель знаний системы контекстного обмена данными, а также предложен метод решения проблемы приобретения и обработки контекстных знаний, построенных путем использования этой модели.

Список литературы: 1. Бондаренко М.Ф., Дударь З.В., Белецкий Е.В., Байгозина О.Г. Структура системы контекстного обмена данными // Проблемы бионики. 1999. Вып. 50. С. 18-24. 2. Баталин А.В., Тевяшев А.Д., Шабанов-Кушнаренко Ю.П. О системном анализе информационных процессов // Радиотехника и информатика. 1998. № 3. С. 102-110.

Поступила в редколлегию 07.06.99