

словосочетаний, которое поможет улучшить качество построения концептуальных графов, и расширит число поддерживаемых языков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. A World of Conceptual Graphs, <http://conceptualgraphs.org/>
2. Bani-Ahmad S.G., Al-Dweik G. A new term-ranking approach that supports improved searching in literature digital libraries // Research Journal of Information Technology, 2011. Volume 3, Number 1, p. 44-52.
3. Bogatyrev, M.Y., Mitrofanova, O. A., Tuhtin, V.V. Building Conceptual Graphs for Articles Abstracts in Digital Libraries. - Proceedings of the Conceptual Structures Tool Interoperability Workshop (CS-TIW 2009) at 17<sup>th</sup> International Conference on Conceptual Structures (ICCS'09) - Moscow, Russia, July 2009, - p.p. 50-57.
4. Landauer, T.K., Foltz, P.W., Laham, D. An Introduction to Latent Semantic Analysis. Discourse Processes, Issue 25, p. 259-284, 1998.
5. TF-IDF, Wikipedia, 10.01.2007 <http://en.wikipedia.org/wiki/Tf%E2%80%93idf>
6. Компания SmartBear Software <http://smartbear.com/>

## МОДЕЛЬ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

*М.В. Воронов, Г.И. Письменский, Д.А. Андреев*

*Современная гуманитарная академия*

Москва

Знания о технологиях, несомненно, относятся к наиболее ценной в современном мире информации (технологии здесь рассматриваются во всем спектре их применения: в промышленности, социальных процессах, культуре и т.д.). Однако фиксация сведений о технологиях, как правило, осуществляется в виде вербального описания, использование которого для обработки компьютерными средствами крайне затруднительно [1,2]. Это описание, в зависимости от решаемой задачи, может требовать большей или меньшей глубины (степени) детализации, причем для отдельных компонентов – различной. В этой связи актуальной представляется задача разработки инструментария для формализации описания технологий.

Решение такой задачи предлагается осуществлять в виде построения конструктивной модели онтологического представления технологии, основу которого образуют так называемые элементарные модели следующего вида [3].

$$\langle TP, T, X, Y \rangle, \quad (1)$$

где

- $TP$  – имя технологии (технологического процесса), которое, как правило, представлено в форме глагола (или глагольной фразы), описывающего соответствующее технологическое действие;
- $T$  – время реализации технологии;
- $X = \langle X_0, SX, RX \rangle$  – множество всех исходных (входных) компонентов рассматриваемой технологии, где  $X_0$  – объекты, участвующие в технологии,  $SX$  – их состояние на момент начала технологического процесса,  $RX$  – отношения между этими объектами;
- $Y$  – множество всех результирующих (выходных) компонентов данной технологической системы.

Пару  $(X, Y)$  называем «внешней границей» технологического процесса.

Подчеркнем, что эта модель, представляющая своего рода модель «черного ящика», содержит полное описание внешней границы технологического процесса, собственно механизм которого описывается лишь его именем (в разработанных программных комплексах каждое имя сопровождается определенным описанием в виде фрейма).

Процесс конструирования онтологии состоит из двух основных этапов: построения исходного представления и многошагового процесса декомпозиции представления, полученного на предыдущих шагах.

За исходное принимается представление рассматриваемой технологии в виде элементарной обобщенной модели типа  $TS_0 = \langle TP_0, T_0, X_0, Y_0 \rangle$ .

Далее, разворачивается собственно процесс конструирования онтологии, интерпретируемый как декомпозиция исходного описания в упорядоченную совокупность подпроцессов, каждый из которых описывается элементарной моделью вида (1).

Для обеспечения непротиворечивости формируемой онтологии следует руководствоваться следующими принципами:

- зафиксированное на предыдущем шаге представление не может быть исправлено, оно может быть лишь расширено и детализировано;
- каждый шаг декомпозиции имеющегося описания (разбиение на подпроцессы) может осуществляться исключительно с шагом «на одну ступень декомпозиции».

Введение ограничения «на одну ступень декомпозиции» означает, что каждая из существующих в описании элементарных моделей может преобразовываться в некоторую «подонтологию» новых элементарных моделей в рамках внешней границы декомпозируемого подпроцесса. Иначе говоря, каждый из вводимых подпроцессов наследует от декомпозируемого часть его имени и необходимые для его реализации компоненты внешней границы.

Для каждого подпроцесса вводится следующее обозначение  $TP_{i,j,\dots,r}$ . Здесь совокупность индексов  $(i,j,\dots,r)$  - упорядоченная последовательность натуральных чисел, где  $i$  номер одного из подпроцессов, полученного на первом уровне декомпозиции исходного описания,  $j$  - номер подпроцесса второго уровня декомпозиции, как результат декомпозиции подпроцесса с номером  $i$  и т.д. (значение индекса «ноль» зарезервировано для обозначения внешних границ технологии). Таким образом,  $n$  - количество позиций в индексе  $(i_1 j_2 \dots j_n r)$  определяет суммарное число проведенных шагов

декомпозиции необходимых для получения данного подпроцесса  $TP_{i,j,\dots,r}$ . Значение каждого индекса определяет порядковый номер подпроцесса. При этом наибольшее из чисел каждой данной позиции определяет, на какое число подпроцессов произошла на данном шаге декомпозиция.

Декомпозиция каждого данного подпроцесса на один шаг всегда означает, что в данной ветви строящейся онтологии появляется еще один уровень. В том случае если один из подпроцессов  $TP_{i,j,\dots,r}$  подвергся еще одному шагу декомпозиции, например, на  $w$  подпроцессов, то он получает индекс  $(i,j,\dots,r,s)$ , т.е.  $TP_{i,j,\dots,r} \Rightarrow \{TP_{i,j,\dots,v,s}\}, s = 1,\dots,w$ .

Таким образом, каждая последующая декомпозиция реализуется как бы в рамках конкретного детализируемого подпроцесса (эффект матрешки). Все это позволяет сохранить логику полученной структуры технологии независимо от очередности детализации тех или иных подпроцессов и обеспечить точную адресацию всех компонентов технологии.

Отметим, что на каждом шаге происходит соответствующая декомпозиция входа и выхода, а также, что крайне важно, могут появиться и новые так называемые внутренние переходы между подпроцессами.

В свете изложенного на любом этапе декомпозиции исходного описания технологии его модель имеет следующий вид:

$$TS = \langle TP_{i,j,\dots,w}, X_{0,i,j,\dots,h}, Y_{i,j,\dots,l,0}, Z_{i,j,\dots,p \rightarrow i,j,\dots,t} \rangle \quad (2)$$

где

$TP_{i,j,\dots,r} = \prod_{s,\dots,v} TP_{i,j,\dots,r,s,\dots,v}$  - результат дальнейшей декомпозиции подпроцесса  $TP_{i,j,\dots,r}$  на ряд более низких подуровней  $(s,\dots,v)$ ;

$X_{0,i,j,\dots,r} = \prod_{s,\dots,v} X_{0,i,j,\dots,r,s,\dots,v}$  - результат дальнейшей декомпозиции входных в подпроцесс  $TP_{i,j,\dots,r}$  компонентов  $X_{0,i,j,\dots,r}$  на ряд подмножеств;

$Y_{i,j,\dots,r,0} = \prod_{s,\dots,v} Y_{i,j,\dots,r,s,\dots,v,0}$  - результат дальнейшей декомпозиции выходных в подпроцесс  $TP_{i,j,\dots,r}$  компонентов  $Y_{i,j,\dots,r,0}$  на ряд подмножеств.

В процессе декомпозиции возникают переходы результатов одних подпроцессов во входы других подпроцессов

$$\forall TP_{i,j,\dots,v} \exists \prod_{i,j,\dots,u} Z_{i,j,\dots,v \rightarrow i,j,\dots,u} \quad (3)$$

Выражения (2) - (3) представляют собой математическую модель описания технологии, которую можно интерпретировать в виде онтологии, где в качестве концептов выступают отдельные подпроцессы, содержащие все необходимые для их интерпретации сведения (см. Рис.1).

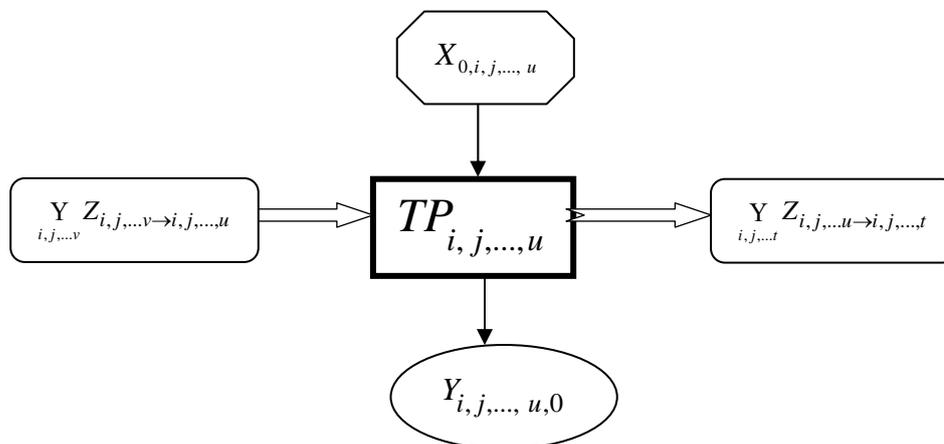


Рис.1. Основной элемент онтологии технологии

Основным (но не единственным!) отношением в такого рода онтологии является отношение «быть подпроцессом». Если ограничиться данным представлением, то получаем стандартный вид онтологии понятий (понятий действий) в виде дерева, что изображено в качестве примера для двух шаговой декомпозиции на Рис.2. Для автоматизированного построения этой проекции онтологии с успехом использован метод, изложенный в работе [4].

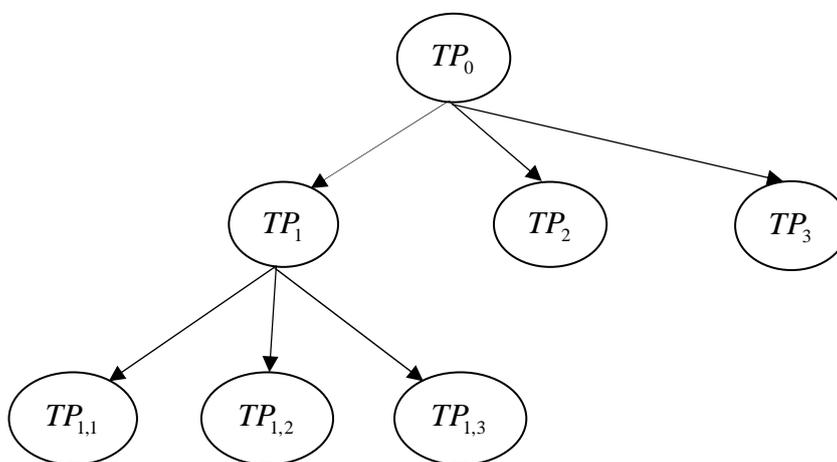


Рис. 2. Структура подпроцессов описываемой технологии

Вместе с тем в онтологии типа «технология» требуется отражать и иные сведения, представленные в модели (2)-(3), что значительно больше по объему, чем в традиционной модели системы понятий данной предметной области. В нее должен быть введен еще ряд отношений, в первую очередь такие как «быть участником подпроцесса», «быть результатом подпроцесса» и иные отношения, обеспечивающие полноту описания данного подпроцесса. В результате представление описания технологии становится, как показано на Рис.3, многомерным графом.

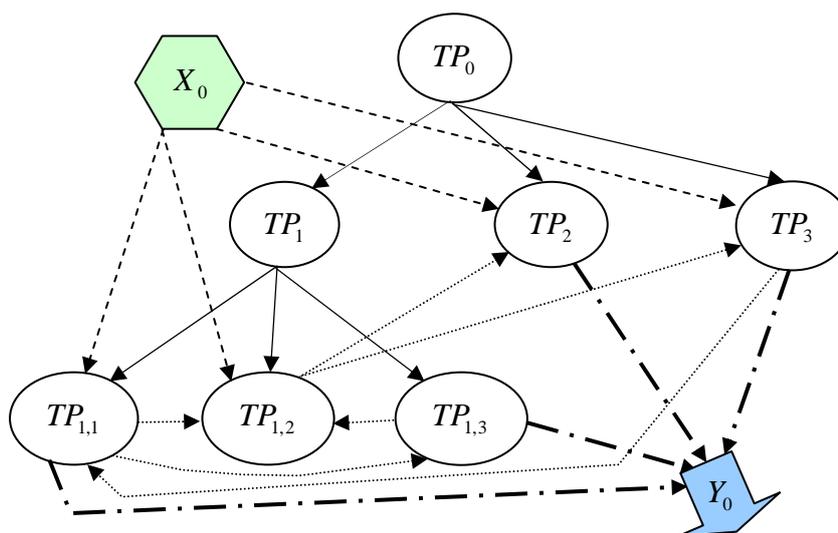


Рис.3. Иллюстрационный пример онтологии технологии

Разработанный метод обеспечивает возможность разработки эффективных программных средств машинного оперирования технологическими знаниями в целях решения широкого круга задач. Это в первую очередь задачи:

- построения структурированных хранилищ описания технологий;
- осуществления поиска (подбора) наиболее подходящих технологий в широком диапазоне возможных ситуаций;
- проведения экспертных исследований разрабатываемых технологий;
- разработки учебно-методических и тренажерных комплексов.

Представляется, что использование онтологических моделей описания технологий будет способствовать разрешению актуальных проблем автоматизированного измерения и сравнения существующих, а также синтеза перспективных технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пименов, В.И. Формализация технологических процессов при построении обучающих систем // Дизайн. Материалы. Технология. – 2007. – №1(2). – С. 95–99.
2. Кудряшова, Т.Б. Техническая теория. Специфика технического и технологического знания. /Электронный ресурс Кудряшовой Т.Б. Режим доступа: <http://kudrphil.narod.ru/aspirant/6texhist.html> (дата обращения 14.05.2011).
3. Воронов, М.В. Система формализации технологических знаний //Моделирование и анализ данных: Труды факультета информационных технологий МППГУ. – М.: РУСАВИА, 2009. – Вып.4. – С. 4-18.
4. Антонов, И.В. Метод построения онтологии предметной области. /Антонов И.В., Воронов М.В. // Вестник СПГУТД.- 2010.- №2. - С.28-32.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДАННЫХ И МЕТАДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИ РЕЛЯЦИОННОГО ТИПА

**Л.Д. Шумский**

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Москва

## ВВЕДЕНИЕ

При сохранении скорости увеличения объемов информации, хранимой в цифровом виде, необходимость анализа и контроля этих данных также будет расти. Большая часть данных и метаданных хранится, на данный момент, в реляционных базах данных, основанных на модели Э. Кодда [1].