

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 303.732.4 004.82 512.573

К. И. Костенко, Б. Е. Левицкий, С. Г. Сеница

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННЫХ ЦИКЛОВ ОБЪЕКТОВ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ СРЕД ОБЛАСТЕЙ ЗНАНИЙ

*Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный университет»*

Предложена модель представления и управления исполнением жизненных циклов и процессов обработки знаний, представляемых в виде структурированных документов в электронных хранилищах, основанная на использовании сетей Петри. Построена система типовых структур таких сетей, обеспечивающая автоматизацию операций декомпозиции и структуризации знаний, извлекаемых из внешних электронных ресурсов, содержащих знания предметной области.

Ключевые слова: среда области знаний, сеть Петри, декомпозиция знаний, структуризация знаний, обработка знаний.

Технологии обработки знаний, применяемые для представления в структурированном виде и передачи потребителям предметных и профессиональных знаний и метазнаний, являются важным инструментом создания интегрированных интеллектуальных информационных систем [1]. Для представления знаний используются технологии обработки внешних интеллектуальных информационных ресурсов, к которым относятся описания процессов декомпозиции и структуризации знаний предметной области, контроля целостности, определения семантических зависимостей между знаниями, формирования единого развиваемого семантического представления системы предметных и профессиональных знаний, построения тематических и пользовательских фрагментов среды области знаний (СОЗ).

Технологии передачи знаний в процессе работы с содержимым электронной среды обеспечивают доступ потребителей к структурам

знаний. Для этих целей применяются методы, основанные на построении специальных фрагментов пространства предметных знаний, адаптированных к потребностям и уровню пользователей. Процессы управления доступом реализуют сопоставляемые им сценарии [2].

Моделирование процессов обработки знаний с помощью сетей Петри. В качестве основы модели для описания классов процессов обработки знаний в СОЗ, построения и исследования алгоритмов управления и автоматизации их исполнения используется специальный подкласс сетей Петри, с дополнительной разметкой отдельных переходов и фишек в позициях, а также модифицированными правилами срабатывания переходов [4]. Каждая такая сеть имеет один входной t и один выходной t_E переходы, соответствующие операциям начального размещения отдельных представлений знаний в сети и вывода из сети окончательных результатов их обработки. Общее изображение такой сети приведено на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид сети Петри, моделирующей процессы обработки знаний

Поддержано грантом № 06-07-96618 Российского фонда фундаментальных исследований и администрации Краснодарского края.

© Костенко К.И., Левицкий Б. Е., Сеница С. Г., 2007.
Костенко Константин Иванович - канд. физ.-мат. наук, доцент, начальник отдела разработки информационных систем Центра Интернет КубГУ;
Левицкий Борис Ефимович - канд. физ.-мат. наук, доцент, проректор по информатизации КубГУ;
Сеница Сергей Геннадьевич - аспирант кафедры тематического моделирования КубГУ.

Фишкам, помещаемым в позиции сети в результате срабатывания перехода t_i , сопоставляются натуральные числа, обозначающие порядковый номер соответствующего знания. Обозначения O_i и O_E применяются для входной и выходной позиций сети. Переходы сети реализуют отдельные операции обработки знаний. Случай, когда вершина перехода имеет несколько выходных ребер, интерпретируется как расщепление результата преобразования исходных данных соответствующей операции на несколько компонент. Всякой фишке, размещаемой в выходной позиции срабатывающего перехода t , сопоставляется разметка, образованная парой (K, a) , где K - соответствующий фишке фрагмент знаний, а a - набор значений именованных параметров для него, формируемых сопоставленной переходу операцией на основе разметок фишек, определенных для предыдущих входных позиций. К таким параметрам относятся классификаторы, роли и показатели качества знаний, рассмотренные в [4]. Каждому переходу сети сопоставляется условие S на значения параметров фишек, размещенных в его входных позициях, задающее правило срабатывания этого перехода.

Рассмотрим особенности сетей Петри, используемых для представления взаимосвязанных процессов декомпозиции и структуризации первичных знаний, поступающих в СОЗ из внешней среды, а также для операции свободной обработки фрагментов знаний, которая применяется в случае необходимости их переконфигурации. Операции декомпозиции представляются переходами, имеющими ровно одну входную позицию. Переходы, соответствующие операциям свободной обработки фрагментов, имеют несколько входных и несколько выходных позиций, а переходы для операций структуризации имеют ровно одну выходную позицию. Всякий набор значений параметров в разметке произвольной фишки содержит значение номера обрабатываемого знания. Это значение позволяет выбирать для обработки в переходах сети фрагменты одного и того же знания или разных знаний, реализуя одноместные, как в рассматриваемом случае операций декомпозиции и структуризации, либо многоместные операции обработки знаний. Операции структуризации осуществляют сборку знаний из обработанных фрагментов первичных знаний. Простейшие структуры знаний сопоставляются фишкам, размещаемым на выходах переходов для операций декомпозиции и свободной обработки фрагментов. Каждой выходной фишке такого перехода сопоставляется

структура вида (S) , где S - уникальное имя, определяемое переходом и позицией.

Пусть операция структуризации представлена переходом t , имеющим n входных позиций O_1, \dots, O_n , которым сопоставлены структуры S_1, \dots, S_n и выходную позицию O_{n+1} . Тогда структура знаний, представляемых фишками, размещаемыми выходной позиции t , при его срабатывании, представляется выражением (S_1, \dots, S_n) . Ситуация, соответствующая последнему правилу, приведена на рисунке 2.

Если одна и та же позиция сети является выходной для нескольких разных переходов, то фишкам, размещаемым в этой позиции в процессе работы сети, могут соответствовать разные структуры.

Если позиция O является выходной для переходов t_1, \dots, t_n , сопоставляющих фишкам, размещаемым в O структуры S_1, \dots, S_n , то структура варианта знания, размещаемого в O , представляется выражением $[S_1, \dots, S_n]$, которое называется структурой варианта.

Графическое представление данного правила приведено на рисунке 3.

Приведенные правила соответствуют случаям, когда процессы декомпозиции и структуризации не являются итеративными. Итерации процесса декомпозиции возможны, если из исходного знания извлекается серия фрагментов. Структуризация серийного фрагмента,

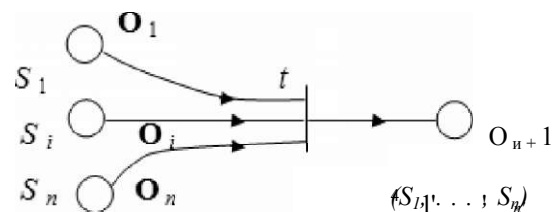


Рис. 2. Представление структуры фрагмента знания, формируемого переходом, соответствующим операции структуризации

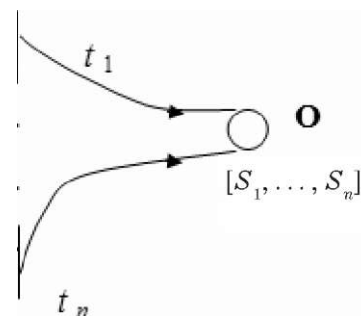


Рис. 3. Структура варианта, сопоставляемая позиции сети, являющейся выходной для нескольких переходов

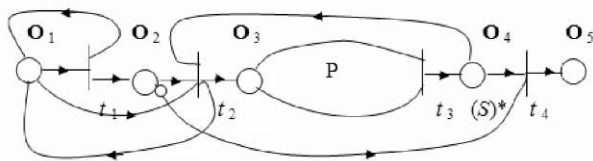


Рис. 4. Структура сети Петри, формирующей серию фрагментов одинаковой структуры

извлеченного из отдельного знания, может потребовать итеративной реализации.

На рисунке 4 изображен фрагмент сети, обеспечивающий последовательное извлечение и структуризацию таких фрагментов.

Здесь O_1 - позиция, в которой размещается фишка, соответствующая знанию, содержащему серию однотипных фрагментов. С помощью перехода t_1 реализуется декомпозиция такого знания на серию фрагментов, последовательно размещаемых в позиции O_2 . При этом после извлечения каждого такого фрагмента в позицию O_1 возвращается фишка, содержащая еще не обработанную часть серии. Переход t_2 контролирует завершение процесса декомпозиции с помощью сопоставляемого ему условия на пустое содержание знания, соответствующего фишке в позиции O_1 . После завершения процесса декомпозиции этот переход реализует обработку серии полученных фрагментов знания с заданным номером. Элементы серии поступают в позицию O_3 , после чего осуществляется их обработка с помощью фрагмента сети между переходами t_2 и t_3 , результат которой размещается в позиции O_4 . Каждый такой элемент обрабатывается с помощью операций декомпозиции и свободной обработки фрагментов, представленных переходами в части P , приведенной на рисунке 4. Из результатов выполнения таких операций с помощью операций структуризации части P изображенной сети формируется один элемент серии одинаково структурированных знаний. Операция структуризации, представленная переходом t_3 , завершает формирование такого элемента, добавляя его к уже сформированной части серии, которая первоначально пуста, а затем последовательно пополняется структурными представлениями результатов декомпозиции отдельных элементов серии, создаваемой с помощью перехода t_1 . Для управления процессами формирования серии из результата декомпозиции переход t_2 возвращает фишку с пустым содержанием в позицию O_1 , а из позиции O_4

забирает уже построенное начало структурированной серии.

Пусть S - структура, сопоставляемая результатам обработки знаний, сопоставляемых отдельным фишкам, извлекаемым из позиции O_2 , с помощью системы переходов в части P изображенной сети. Знание, размещаемое в O_4 , имеет структуру $(S)^*$.

Заблокировать возможность передачи знания для обработки с помощью операции, представленной переходом t_4 , до завершения полной обработки всей серии фрагментов исходного знания можно с помощью условия выполнимости перехода t_4 . Такое условие выполняет проверку пустоты списка результатов декомпозиции в O_2 с помощью ингибиторного ребра. Структура результата обработки начального представления отдельного знания формируется автоматически по последовательности срабатывания переходов, приводящей к размещению в позицию O_5 фишки с номером, сопоставленным этому знанию. Описания структур, получаемых по приведенным правилам, согласованы со структурными схемами информационных ресурсов стандарта RDF.

Использование предложенного в работе подхода к построению сценариев обработки знаний позволяет автоматизировать процесс проектирования программных модулей, реализующих такие сценарии, обеспечить управление их исполнением с помощью средств моделирования асинхронных процессов в сетях Петри.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костенко К. И., Левицкий Б. Е. Интеллектуальные информационные среды областей знаний (базовые компоненты) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2004. № 1. С. 17-22.
2. Костенко К. И., Левицкий Б. Е. Системный анализ технологии проектирования, сопровождения и использования информационных сред областей знаний // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2005. № 3. С. 11-16.
3. Костенко К. И., Левицкий Б. Е. Структурная организация систем предметных и профессиональных знаний, создаваемых на базе электронных библиотек // Тезисы докладов Всероссийской конференции RCDL2006. Суздаль. 2006. С. 58-59.
4. Котов В. Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. С. 156.

Получено 01.12.06

K. I. Kostenko, B. E. Levitsky, S. G. Sinitsa

**MODELLING OF LIFE CYCLES OF OBJECTS
AND INFORMATION PROCESSES OF ENVIRONMENTS
OF FIELDS OF KNOWLEDGE**

Kuban State University

The model of representation and management of life cycles of knowledge processing in subject domains knowledge spaces based on Petri nets has been presented for integration of algorithmic knowledge processing operations with the operations which are carried out with participation of subject experts. The system of standard Petri nets structures has been offered for the processes of knowledge decomposition and structurization.

Key words: the environment of a field of knowledge, Petri nets, decomposition of knowledge, structurization of knowledge, processing of knowledge.