



OSTIS-2013

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 618.3:50

ПАКЕТЫ ПРОГРАММ КАК ФОРМАЛЬНЫЕ ОНТОЛОГИИ: ПОСТРОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Смирнов С.В.

*Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук,
г. Самара, Россия*

smirnov@iccs.ru

В статье излагается онтологический подход к построению и использованию пакетов прикладных программ. Обоснованием подхода служит признание общности и определенности процессов отражения и моделирования, сводимое к построению и целенаправленной трансформации семантически гетерогенных объектных пространств, описывающих моделируемую действительность. Рассматриваемая технология имеет все признаки компонентного проектирования баз знаний, пакетов программ и приложений, ориентирована на интеграцию знаний и характеризуется высокой степенью унификации.

Ключевые слова: пакет прикладных программ; формальная онтология; интеграция знаний.

ВВЕДЕНИЕ

Всемирно известный российский специалист в области информатики академик А.П. Ершов неоднократно формулировал мысль о том, что качественный пакет прикладных программ (ППП) – это, прежде всего, методология решения прикладных задач [Ершов и др., 1982]. Это означает, что ценность ППП состоит, во-первых, в предоставлении пользователю развитой концепции для описания ситуаций в некоторой предметной области (ПрО), и, во-вторых, в наборе методов корректной трансформации ситуаций в нужном направлении, интерпретируемой как решение задач.

Блестящей иллюстрацией такой концепции являются библиотеки классов объектно-ориентированных систем автоматизации программирования, начиная с хрестоматийного класса *simset* Симулы [Андрианов и др., 1985]. Идею первичности представления знаний о ПрО (вернее, одновременно о нескольких ПрО, составляющих различные проблемные аспекты) при создании программных систем последовательно реализуют и все современные CASE-средства.

В этом контексте ППП видится как система, основанная на знаниях, фундаментальная функция которой – формирование для специалиста предметно-ориентированной среды моделирования (ПОСМ) с арсеналом методов конструирования и преобразования образов ПрО. И в этом смысле представление о ППП сближается со сложившимся пониманием формальной онтологии [Guarino, 1995].

В данной статье анализируются различные аспекты проектирования ППП и использующих их приложений на основе формальных онтологий.

1. Объектная модель предметной области: онтология и ее «денотат»

Несмотря на различные варианты толкования онтологии, когда обычно ей отводится место посредника между тезаурусом и той или иной формальной моделью ПрО, практический опыт дает основание считать, что онтология и есть модель ПрО [Нариньяни, 2001]. Но уже на философском уровне известный тезис об онтологической относительности [Куайн, 1996] ставит под сомнение саму возможность построения формальной онтологической спецификации. Эффективное решение этой проблемы может быть найдено в прагматической интерпретации формальной онтологии как объектно-ориентированной модели знаний о ПрО [Смирнов, 2008].

Обоснование этого подхода состоит в том, что формулировке знаний, составляющих содержание научных теорий и инженерных дисциплин, фундаментальную роль играют два когнитивных суждения о мире: возможность различения дискретных объектов и существование отношений между ними. Множество объектов, рассматриваемых в контексте всякой задачи, образует ее ПрО. На этом множестве задаются отношения: унарные интерпретируются как имманентные агрегируемые свойства объектов (функции объектов); произвольной арности, или

собственно отношения, описывают различные ассоциации объектов. Мощность моделирования, присущая бинарным отношениям, позволяет описывать любые ассоциативные отношения в ПрО с помощью пиринговых связей между объектами. Картина ПрО в виде сети связанных объектов в теории представления знаний известна как семантическая сеть, наглядным изображением которой служит раскрашенный оргграф. Вершины сети, представляющие объекты ПрО, распадаются на две категории: экземпляры и классы, - которые находятся в отношении экземплификации. Подсеть, состоящая из вершин-классов, соединяющих эти вершины дуг сорта «является видом», а также вершин-свойств, связанных с вершинами-классами дугами «является частью», описывает понятийную структуру ПрО, т.е. задает онтологию ПрО. Подсеть вершин-экземпляров являет собой «денотат» онтологии - денотативную объектную модель ПрО, в которой типы вершин и дуг определяются онтологией ПрО.

При решении задач онтология представляет теорию, а денотативная модель конкретизирует эту теорию применительно к актуальной ситуации в моделируемой ПрО. Множественность таких ситуаций делает целесообразным:

- иметь отдельные спецификации для онтологической и денотативной компонент объектной модели ПрО;
- реализовывать экземплификацию «внемодельными», технологическими методами;
- использовать при решении задач понятие контекста моделирования (КМ) как актуальной пары (онтология ПрО, денотативная модель ПрО).

Онтологические модели предметных областей - онтологии и денотативные модели - однородны в том смысле, что каждая является денотативной объектной моделью своей особенной ПрО. Для денотативной модели это ПрО, описываемая онтологией этой ПрО. Для онтологий это ПрО, которой принадлежат объемы понятий «класс объектов» и «свойство», а онтология, где эти понятия описаны (т.е. «онтология онтологий», или метаонтология), должна быть семантически замкнута, описывая саму себя. Это и есть «технологическая реакция» на онтологическую относительность описания реального мира.

2. Построение и использование ППП

Мы отождествляем создание и эксплуатацию ППП с формированием ПОСМ, представление о которой является естественным развитием концепции построения и использования предметно-ориентированных пакетов программ и систем моделирования, обобщая эволюцию известных схем автоматизации программирования [Поспелов, 1988].

Состав и назначение элементов ПОСМ, а также порядок их порождения и использования определяется единством и логической определенностью осуществляемого любой

отраслью науки познавательного процесса. Это означает, что процесс решения задачи с помощью компьютера включает ряд узловых этапов, определяющих совместно с продуктами их выполнения общую схему обработки информации при создании и использовании ППП (рисунок 1).

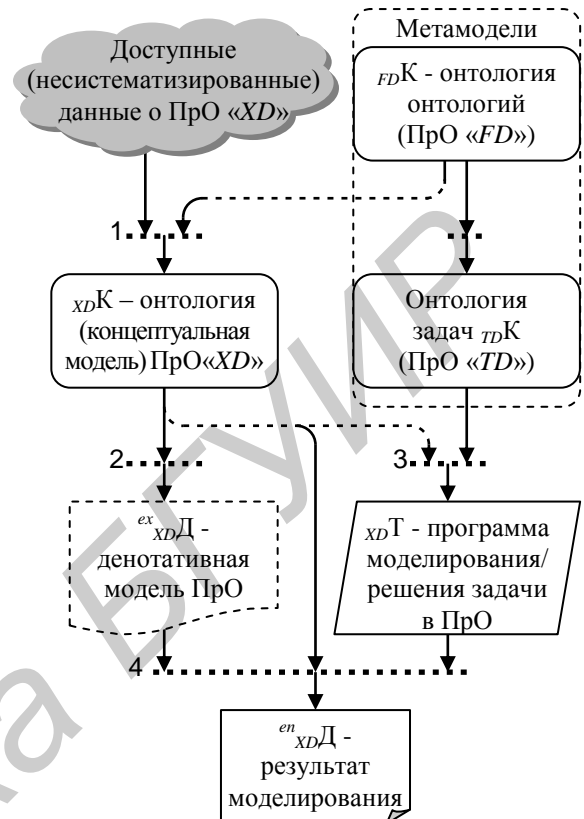


Рисунок 1 – Схема обработки информации при создании и использовании ППП

Продуктом онтологического анализа (или концептуализации; см. этап 1 на рисунке 1) целевой ПрО « XD » является концептуальная (К-) модель XDK – онтология, которая представляет собой таксономию понятий ПрО, где каждое понятие с помощью механизма «атрибут-значение» описывает свойства-величины каждого объекта своего объема, способности этих объектов вступать в связи с другими элементами (валентности – см. [Смирнов, 2008]), методы работы с этими объектами, различные ассоциированные с понятием ограничения. Именно этот этап резонно сопоставить с разработкой ППП а, следовательно, ППП отождествить с онтологией. С прагматических позиций важно то, что в таком варианте одновременно с декларативным описанием целевой ПрО онтология непосредственно задает совокупность абстрактных типов данных, необходимых при разработке алгоритмов и программ, и схему объектно-ориентированной базы данных для размещения денотативных моделей системы объектов ПрО.

Остальные этапы обработки информации в схеме на рисунке 1 имеют характер синтеза:

- результатом этапа 2 - денотативного (Д-) моделирования системы объектов целевой ПрО,

является ее экзогенная модель $^{ex}x_{D}Д$. Этот акт выполняется на «языке» онтологии целевой ПрО;

- на этапе 3 конструируется денотативная модель специальной «технологической» ПрО «ТД» - трансформационная (Т-) модель $x_{D}Т$, реализующая знания о допустимых «вычислениях», связанных с Д-моделями целевой ПрО. В привычном смысле именно этому этапу соответствует разработка приложения, использующего ППП, т.е. спецификация сценария решения задачи, описания воздействий на экзогенную объектную модель, в результате которых она должна приобрести некоторые искомые пользователем свойства. Операционным базисом подобных трансформаций, аппаратом решения служит «исчисление», основу которого составляют функциональные части К-модели целевой ПрО. Потенциальная множественность Т-моделей закономерно отражает как множество различных задач в каждой ПрО, так и множество способов их решения;

- на этапе 4 – фазе вычислений, или вычислительного эксперимента, или выполнения программного приложения, использующего ППП, - знания, зафиксированные в $x_{D}Т$, реализуются (посредством интерпретации на ЭВМ) применительно к экзогенной модели $^{ex}x_{D}Д$ путем ее трансформации в эндогенную денотативную модель целевой ПрО $^{en}x_{D}Д$, которая с общих позиций и есть результат работы приложения.

Перечисленные модели (т.е. специфическая форма ППП, исходная модель ПрО, использующее ППП приложение и получаемый результат) составляют систему знаний и одновременно систему программно-технологических единиц ПОСМ. Однородность всех перечисленных моделей обеспечивают две априори заданные метамодели ПОСМ (см. рисунок 1): метаонтология для конструирования онтологий целевых ПрО и онтология задач (приложений), описывающая их на уровне, абстрагированном от конкретного содержания решаемых вопросов.

3. Интеграция знаний

Интерпретация ППП как формальных онтологий позволяет указать несколько эффективных подходов к решению проблемы интеграции разнородных знаний при разработке ППП и использующих их приложений.

На этапе построения ППП наиболее значимыми являются следующие приемы:

- конструирование понятийных структур для ППП на основе экспериментальных данных о ПрО расширенным методом анализа формальных понятий [Смирнов, 2011];
- формирование новых понятийных структур путем специализации и/или композиции имеющихся.

Другие способы интеграции знаний могут быть применены при разработке использующих ППП приложений (т.е. в Т-моделях) и реализованы при выполнении вычислений:

- одновременное манипулирование в ходе решения задачи несколькими объектными моделями ПрО, представленной одной онтологией;
- совмещение нескольких взглядов на целевую ПрО, которые выражены в приложении объектными моделями, построенными согласно различным онтологиям этой ПрО;
- совместное использование объектных моделей из разных ПрО, включая модели, конкретизирующие метод решения задачи (речь идет о том, что в методическом плане целесообразно различать предметно- и проблемно-ориентированные ППП);
- возможность построения приложений, автоматизирующих программирование ППП и использующих их приложений, на основе соответствующих метамodelей;
- организация взаимосвязанных вычислительных экспериментов для реализации альтернативных и эволюционных исследований ПрО.

Все эти методы интеграции обеспечиваются двумя «контурами» управления моделями различных типов на этапе вычислений (рисунок 2):

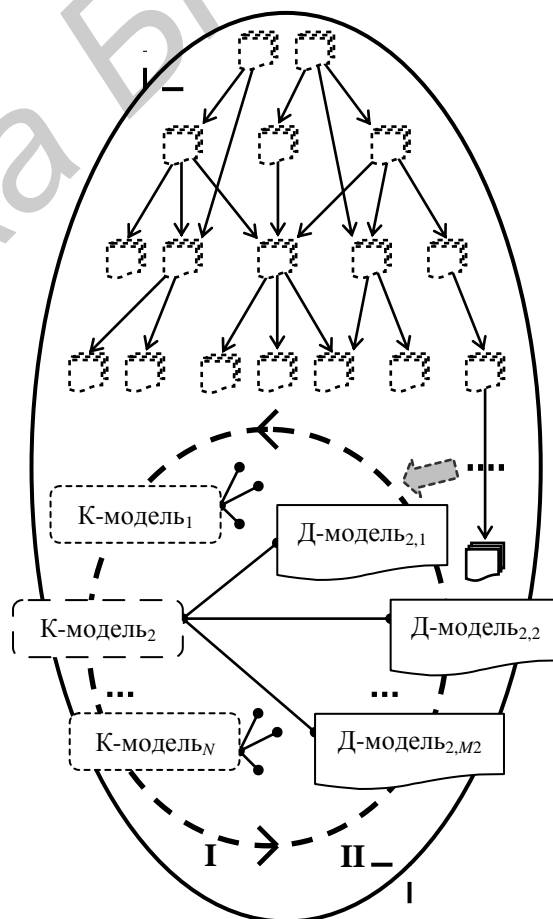


Рисунок 2 Управление на этапе вычислений:
I – задачный и II – проектный «контуры» управления

В первом, или задачном (поскольку его обеспечивают методы онтологии задач; см. I на рисунке 2), контуре путем переключения КМ - надлежащего определения «текущей» пары (К-модель, Д-модель) - обеспечивается работа с

несколькими Д-моделями из разных, вообще говоря, ПрО. При этом должен контролироваться состав допустимых ПрО (Т-модель должна быть компетентна в каждой из них) и корректность контекстов моделирования (К- и Д-модели в КМ должны представлять одну и ту же ПрО);

Второй, проектный, контур (П на рисунке 2) не является обязательным и связан с макроуправлением вычислениями. Для его поддержки необходимо специальный пакет программ – супервизор вычислений, который организует под управлением пользователя взаимосвязанные серии прогонов программ, структурируя сведения о выполненных вычислениях в форме растущего ациклического графа. Такая структура, по сути, определяет отдельную ПрО в области обработки информации, и указанный супервизор, контролируя «правильный» рост этой структуры, способен обеспечить транзакционные свойства приложений ППП.

4. Практические применения

В ИПУСС РАН в течение ряда лет развивается программный инструментарий - *gB*-система, реализующий разработку информационных моделей ПрО, разработку ППП и использующих их приложений на основе онтологического подхода. Сама *gB*-система строится в соответствии с изложенными выше принципами и имеет открытую архитектуру.

Инструментарий используется в научных исследованиях лаборатории анализа и моделирования сложных систем ИПУСС РАН, с его помощью создан ряд экспериментальных и промышленных программных комплексов (включая и инструментальные средства, и специализированные прикладные интеллектуальные системы) в машиностроении, экологии, в задачах организационного управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При создании и эксплуатации ППП разработчик и пользователь оперируют онтологиями как основной разновидностью баз знаний и соответствующих им программно-технологических единиц. Разработчик строит ППП как онтологию ПрО, а пользователю предлагается расширенная трактовка приложения, использующего ППП, как многомодельной предметно-ориентированной среды моделирования. Конструирование подобных ПОСМ допускает включение в их состав средств автоматизации программирования и управления вычислениями, эффективно мобилизующих когнитивные и интеллектуальные ресурсы человека.

В целом онтологический подход дает достаточно ясный взгляд на состав, назначение и структуру программно-технологических компонентов и методов управления ими в ходе построения и использования ППП. При этом охватывается

большинство содержательных проблем разработки прикладного программного обеспечения: организации системы знаний об актуальной ПрО и о способах решения задач в этой ПрО, планирования решения задач и управления вычислениями, методологии отчуждения ППП от разработчика. Решения всех этих проблем оказываются в высокой степени унифицированными, а используемые программно-технологические составляющие пакетов программ и использующих их приложений становятся однородными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [Андрянов и др., 1985] Андрянов, А.И. Программирование на языке Симула-67 / А.И. Андрянов, С.П. Бычков, А.И. Хорошилов // М.: Наука, 1985. – 288 с.
- [Ершов и др., 1982] Ершов, А.П. Пакеты прикладных программ как методология решения прикладных задач / А.П. Ершов, В.П. Ильин // Пакеты прикладных программ. Проблемы и перспективы. – М.: Наука, 1982. – С. 1.
- [Куайн, 1996] Куайн, В. Онтологическая относительность / В. Куайн // Современная философия науки: знание, рациональность, ценности в трудах мыслителей Запада: хрестоматия. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 1996.- 400 с.
- [Нариньяни, 2001] Нариньяни, А.С. Кентавр по имени ТЕОН: Тезаурус + Онтология / А.С. Нариньяни // Труды международного семинара Диалог'2001 по компьютерной лингвистике и ее приложениям. Т. 1, С. 184-188.
- [Поспелов, 1988] Поспелов, Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии / Г.С. Поспелов // М.: Наука, 1988. - 280 с.
- [Смирнов, 2008] Смирнов, С.В. Прагматика онтологий: объектно-ориентированная модель знаний о предметной области // КИИ-2008. Труды конференции. Т. 3, С. 208-216.
- [Смирнов, 2011] Смирнов, С.В. Построение онтологий предметных областей со структурными отношениями на основе анализа формальных понятий // Знания – Онтология – Теория: Материалы Всероссийской конф. с международным участием Т. 2. – Новосибирск: Ин-т математики СО РАН, 2011. - С. 103-112.
- [Guarino, 1995] Guarino, N. Formal ontology, conceptual analysis and knowledge representation / N. Guarino // Int. J. of Human Computer Studies. - 1995. - V.43. №5/6. - P. 625-640.

PROGRAM PACKAGES AS A FORMAL ONTOLOGIES: CONSTRUCTION AND APPLICATION

Smirnov S.V.

*Institute for the Control of Complex System
of the Russian Academy of Sciences,
Samara, Russia
smirnov@iccs.ru*

The paper presents an ontological approach to the construction and application of program packages. The rationale behind the approach is a determinacy process's of reflection and modeling, which consists in the construction and transformation of semantic heterogeneous object-oriented frameworks that simulate reality. The technology in question has all the characteristics of componential design's of knowledge bases, program packages and applications, it is focused on the knowledge integration and a high degree of uniformity.