

Тезисы докладов III Международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» – М., Институт проблем управления РАН, 2009.

ПОНЯТИЙНЫЙ АНАЛИЗ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ

Выхованец В.С.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва
valery@vykhovanets.ru

Ключевые слова: анализ систем, методика понятийного анализа, понятийная структура, абстракции понятий, качество и надежность информационных систем.

Введение

Новая информационная парадигма крупного промышленного производства предполагает полный или частичный отказ от уже устаревших подходов организационно-технологического проектирования. В связи с чем все большую роль начинает приобретать понятийный анализ как направление в информационной технологии, с помощью которого строятся и встраиваются в информационные системы понятийные модели различных предметных областей [1].

Основная цель понятийного моделирования – структурированная репрезентация накопленных знаний о некоторой предметной области. С понятийным подходом связывают ожидания формализации процессов описания сложных предметных областей, повышения надежности и обеспечения многократности использования моделей различных областей знания [2].

Настоящая работа посвящена методологии изучения и описания предметной области – понятийному анализу. Основная цель понятийного анализа состоит в получении таких декомпозиционных схем предметной области, которые хотя и сформулированы в рамках содержательных представлений, однако обладают формальной строгостью и точностью, достаточной для прямого использования полученного высокоуровневого описания для низкоуровневой реализации информационных систем.

1. Понятия и абстрагирование

Проблемную область будем рассматривать как совокупность предметной области и решаемых в ней задач (проблем), где под предметной областью понимается фрагмент реальной (виртуальной) действительности, представляемый некоторой совокупностью принадлежащих ему сущностей.

1.1. Сущности и понятия

Сущность определим как уникальное представление предметной области, воспринимаемое некоторой совокупностью признаков. Признак характеризуется множеством своих проявлений (значений) и имеет некоторую проблемную интерпретацию (семантическую роль). Признаки являются элементарными сущностями, с точностью до которых описывается предметная область.

Понятие представим множеством сущностей, объединенных на основе общности своих признаков. Понятия будем именовать, и задавать схемой, интенционалом и экстенционалом. Имя, или знаковое представление понятия, является языковой единицей, несущей некоторый смысл или обозначающей некоторую конкретную сущность. Схему понятия зададим набором признаков, на которых понятие определено. Интенционал, или содержание понятия, представим набором значений взаимосвязанных признаков, позволяющим отличать сущности, принадлежащие понятию, от других сущностей. Экстенционал, или объем понятия, будем рассматривать как множество сущностей, принадлежащих понятию.

1.2. Образование понятий

Будем предполагать, что образование новых или выявление уже существующих понятий происходит в процессе изучения предметной области. При этом под углом зрения некоторой проблематики выделяются сущности, которые уже имеют или которым приписываются некоторые имена. Далее множество выявленных сущностей подвергается анализу на предмет установления их сходства и различия. Сходные сущности группируются, в результате чего проис-

ходит образование понятий, или наполнение уже имеющихся понятия проблемным содержанием.

Имя и Сущность являются крайними полюсами в процессе выявления понятия в предметной области. Сущность в указанном контексте может интерпретироваться как естественный знак, наиболее близкий к обозначаемому. В свою очередь Имя, как противоположный полюс, интерпретируется как знак, который наиболее отдален от обозначаемого, но все еще связан с ним хотя бы тем, что отражает некоторые его черты. Таким образом, Сущность определяет денотационную форму выражения понятия (Denotat), в то время как Имя задает сигнификативную форму (Designat).

1.3. Абстрагирование

Абстрагирование – форма мышления, при которой происходит образование понятия. Известны следующие абстракции [3]: обобщение (специализация), типизация (конкретизация), агрегация (декомпозиция) и ассоциация (индивидуализация). Обобщение и типизация, и обратные им специализация и конкретизация, выражают общность понятий, проявляющуюся при дифференциации. Агрегация и ассоциация, и обратные им декомпозиция и индивидуализация раскрывают интеграцию понятий.

При обобщении происходит порождение нового понятия на основе одного или нескольких подобных понятий, когда порождаемое понятие сохраняет общие признаки исходных понятий, но игнорирует их более тонкие различия. При специализации, наоборот, из понятия-обобщения выделяется одно из обобщенных в нем понятий.

Типизация является частным случаем обобщения. В отличие от обобщения, при типизации имеется возможность для каждой сущности из экстенционала понятия-типа узнать ее исходное понятие. Для этого используется множество признаков, называемое ключом. При конкретизации понятия-типа фиксируется одно из типизированных в нем понятий, для чего также необходим ключ.

При ассоциации устанавливается взаимосвязь между сущностями одного и того же или разных понятий. Ассоциация выражает специфическое соединение сущностей. Это соединение позволяет от сущности одного понятия перейти к одной или нескольким сущностям других понятий. При индивидуализации из понятия-ассоциации выделяются ассоциированные в нем понятия. Для перехода между сущностями этих понятий используется набор признаков, называемый связью.

При агрегации понятие строится как совокупность других понятий. При декомпозиции понятие-агрегат разделяется на входящие в него агрегированные понятия. Агрегация является предельным случаем ассоциации. В отличие от ассоциации, где между сущностями устанавливаются только часть связей, при агрегации присутствуют все возможные связи.

2. Понятийная структура и понятийный анализ

Понятийный анализ определим как методику построения понятийной структуры.

2.1. Понятийная структура

Под понятийной структурой будем понимать совокупность понятий, для которых заданы способы их образования (абстрагирования). Носителем понятийной структуры является множество понятий, а ее сигнатурой – множество отображений обобщения, типизации, агрегации и ассоциации [4].

Схемы понятий вычислим по следующей рекуррентной процедуре:

- схема простого понятия состоит из этого понятия;
- схема понятия, полученного в результате дифференциации признаков, равна пересечению схем дифференцируемых понятий;
- схема понятия, полученного в результате интеграции признаков, равна объединению схем интегрируемых понятий;
- схема понятия, полученного в результате дифференциации и интеграции, равна объединению схем интегрируемых понятий, принадлежащему пересечению схем дифференцируемых понятий.

2.2. Методика понятийного анализа

Основными этапами понятийного анализа являются:

- разделение сущностей предметной области на сигнификативные и денотационные;
- означивание сигнификативных сущностей и выявление существенных признаков у денотационных сущностей;
- сопоставление сущностей и определение их общих и различающихся признаков;
- образование новых или определение уже существующих понятий на основе интеграции и дифференциации признаков;
- создание понятийной структуры предметной области путем описания отображений одних понятий на другие;
- уточнение способа абстрагирования понятий (обобщения или типизации, ассоциации или агрегации);
- вычисление схем понятий и задание ключей – для типизации, связей – для ассоциации;
- верификации понятийной структуры.

В конечном итоге понятийный анализ позволяет на основе фундаментальных абстракций понятий получить декомпозиционную схему проблемной области в виде семантически прозрачной формальной спецификации ее понятийной структуры. Принципиальными отличиями понятийной структуры как формализма понятийного анализа от других формализмов является:

- отсутствие разделения терминов на понятия, связи, сущности и признаки, а использование одного общего термина – понятия, частными проявлениями которого являются сущности, признаки и связи;
- возможность представления ассоциаций как самостоятельных понятий, что позволяет, например, выразить обобщение ассоциативных связей;
- определение понятий, которые одновременно могут быть как обобщением, так и ассоциацией других понятий;
- семантическая прозрачность описания, не требующая для своей интерпретации привлечения предметных знаний.

Таким образом, коренное отличие предлагаемого подхода заключается в возможности определения ассоциации между сущностями и понятиями предметной области в виде самостоятельных понятий, в то время как в других формализмах ассоциации понятиями не являются, выражаются специализированными связями между сущностями и определяются как атомарные единицы смысла, посредством которых производится описание предметной семантики.

3. Заключение

В работе рассмотрена методология понятийного анализа сложных предметных областей знаний, базирующаяся на формальном аппарате, отражающем наиболее устойчивые механизмы понятийного осмысления действительности. При применении описанной методологии ожидается получение более качественных и надежных информационных систем, основанных на обработке знаний.

Литература

1. Мартынюк В.Д. Понятийные модели как язык общения // Открытые системы. № 6. 1996. С. 66-69.
2. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
3. Гаскаров Д.В. Интеллектуальные информационные системы. М.: Высш. шк., 2003.
4. Выхованец В.С. Исчисление понятий // Тез. докл. межд. конф. «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций». М., 2007. С. 87-88.