



КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ В ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 681.5.09

А.В. Гулай, В.М. Зайцев, БНТУ, г. Минск

Аннотация

Предложены принципы построения концептуальных схем предметных областей на основе онтологий, применимые в практике создания интеллектуальных систем. Указанные концептуальные схемы содержат первичные системотехнические описания интеллектуальных систем: морфологическое и процессуальное, описания свойств и функций, условий жизнедеятельности и возмущающих факторов, а также информационно-параметрическое описание. Для представления концептуальных схем предметных областей рассмотрено использование ориентированных графов, которые удовлетворяют правилам, принятым в рассматриваемом разделе знаний. Обобщены различные подходы к построению концептуальных схем и выделена определенная последовательность действий, обеспечивающая формирование графа для отображения начальной или базовой онтологии предметной области.

Введение

Формальное представление предметных областей является одной из важнейших исходных задач проектирования интеллектуальных систем для формирования выводов и заключений на доказательной основе, а также для автоматизированной выработки технических и управленческих решений [1–4]. В настоящее время в системотехнике применяются определенные технологии и приемы представления моделей предметных областей, конкретный выбор которых зависит от целей и способов дальнейшего использования этой информации. В этом плане наиболее высокой изобразительной и смысловозначительной способностью обладают семантические сети, применение которых в инженерной практике показано в работах [5, 6].

В данной статье предложены, проанализированы и обоснованы принципы построения концептуальных схем предметных областей на основе онтологий, применимые в технологии создания интеллектуальных систем. Указанные концептуальные схемы содержат первичные системотехнические описания интеллектуальных систем: морфологическое и процессуальное, описания свойств и функций, условий жизнедеятельности и возмущающих факторов, а также информационно-параметрическое описание. Для представления концептуальных схем предметных областей рассмотрено использование ориентированных графов, которые удовлетворяют определенным правилам, принятым в рассматриваемом разделе знаний, и которые отражают все релевантные концепты этого раздела знаний, а также смысловые связи между ними. Проведено обобщение различных подходов к построению концептуальных схем и онтологий, что позволило выделить определенную последовательность действий, обеспечивающую формирование графа для

отображения начальной или базовой онтологии предметной области и его последующего развития.

Построение онтологии предметной области в практике создания интеллектуальных систем

Представление моделей предметных областей в виде семантических сетей обеспечивают концептуальные схемы — ориентированные графы специального назначения, которые удовлетворяют определенным правилам, принятым в рассматриваемом разделе знаний, и которые отражают все релевантные концепты этого раздела знаний, а также смысловые связи между ними:

$$G = \langle X, S \rangle; X = \{X_i\}, i = 1, 2, \dots, n; S = \{S_j\}, j = 1, 2, \dots, m,$$

где X — вершины графа, соответствующие концептам; S — отношения между концептами. Здесь концепты — это обобщенные понятия составных частей предметной области: объекты, свойства, операции, события, процессы, состояния, функции, состав которых и отношения между которыми рассматриваются и учитываются при построении интеллектуальной системы определенного функционального назначения и тематической направленности.

Практика разработки моделей предметных областей при разработке систем различного функционального назначения показала, что первый технологический этап проектирования всегда должен быть направлен на послойное построение онтологии требуемой предметной области. Данный этап предполагает первичное формирование подробного многоаспектного вербального и параметрического описания предметной области и ее последующее формализованное отображение с помощью концептуальной схемы. Онтологии в определенной мере универсальны, наглядны, и по структуре наиболее близки к смысловой структуре предметных областей.

Послойное построение онтологии является крайне ответственным этапом системного проектирования, но этапом дорогостоящим и долгосрочным [5–8]. Именно поэтому разработка онтологий в большинстве случаев предусматривается только при создании крупных информационно-управляющих систем. В разработке систем оперативного управления и тем более в проектировании интеллектуальных приборов цифровой автоматики такие этапы, как правило, не выполняются. При этом разработки решаются на различного рода технических не обоснованные и не оправданные совмещения стадий проектирования (например, выполняется разработка эскизно-технических или техно-рабочих проектов), исключается проведение тематических научно-исследовательских работ. Это в конечном итоге негативно отражается на качестве построения систем и приборов, на их эксплуатационных характеристиках, и зачастую приводит к необходимости пересмотра ряда системотех-



нических решений на завершающих стадиях разработки.

Для выделения концептов и полноценного построения онтологий целесообразно применение достаточно апробированного принципа системной стратификации с выделением основных, различных по назначению, но логически связанных слоев системотехнических требований и описаний [1, 2]. Совокупность указанных требований, по нашему мнению, должна включать: морфологическое и процессуальное описания, а также описания свойств и функций, условий жизнедеятельности и возмущающих факторов, информационно-параметрическое описание (рисунок 1).



Рисунок 1 – Основные слои системотехнических описаний интеллектуальной системы

Представленные требования и описания относятся к различным сторонам и значимым граням системы, благодаря чему их совокупность достаточно подробно отражает общий технический облик создаваемой интеллектуальной системы или прибора. Результаты послойной выработки исходных требований к системному построению оформляются в виде соответствующих разделов технического задания. В свою очередь, проработка и развитие этих требований с установлением между ними связей на смысловозначительном уровне позволяет построить необходимые системотехнические описания.

Морфологическое описание предназначено для отображения внутреннего состава системы, объектов или явлений, то есть их внутреннего построения. Это описание в общем случае должно содержать перечень элементов, системных компонентов и подсистем, а также ту часть состава управляемых объектов, которая необходима для обеспечения взаимодействия с системой. Степень детализации и достоверность отображаемых сведений определяется назначением и стадией разработки описания. При подготовке исходных системотехнических требований допускается перечисление системных компонентов и подсистем, которые первоначально будут использоваться в системе и в управляемых объектах, а также тех компонентов и подсистем, которые планируется применять при развитии и наращивании на последующих стадиях разработки. Системотехнические описания должны содержать указания по принадлежности системных компонентов и подсистем к определенным функциональным частям системы или управляемого объекта.

Процессуальное описание содержит перечисление и смысловое назначение всех основных и вспо-

могательных процессов, протекающих в системе и обеспечивающих обработку или преобразование вещества, энергии и информации. В этом описании важную роль играют понятия системных операций, событий, процессов и состояний, которые необходимы для понимания особенностей построения системных процессов.

Под системной операцией здесь подразумевается определенная последовательность действий, объединенных единым замыслом и направленных на конкретную обработку или преобразование вещества, энергии и информации [1, 2]. Системное событие — это свершившийся факт обработки вещества, энергии и информации, который характеризуется соответствующими параметрами. Развитие системных событий во времени, обусловленное выполнением определенного набора системных операций, составляет сущность системного процесса. Инструментально или визуально различные вещественные, энергетические и информационные обстоятельства существования и жизнедеятельности системы, ее составных частей и процессов, которые характеризуются соответствующими параметрами и моментами времени, определяют возможные системные состояния.

Для системы операция выступает в качестве элементарной единицы целенаправленной работы, в результате которой происходит системное событие. Реализация системного процесса приводит к изменению системного состояния. В процессуальном описании для каждого процесса в общем случае раскрывается цель его реализации или назначение, а также состав и назначение отдельных операций. Кроме того, характеризуются: способ выполнения процесса, исходные системные состояния возможного начала процесса и их материальные, энергетические или информационные ресурсы, конечные системные состояния возможного завершения процесса и результаты обработки или преобразования вещества, энергии или информации.

Взаимодействие системы с внешней средой и взаимодействие составных частей системы друг с другом всегда осуществляется с помощью конкретных системных процессов. Степень детализации процессов определяется назначением описания. Системотехнические протоколы требуют наиболее скрупулезного отражения абсолютно всех подробностей и особенностей реализации процессов, что в значительной мере гарантирует бесконфликтное поведение системы в реальной внешней среде, а также бесконфликтную работу всех ее составных частей.

Описание функциональных свойств и функций системы содержит вербальное (словесное) перечисление и смысловое изложение всех функциональных свойств системы, а также ее функций. Для каждой функции в общем случае раскрывается цель или назначение, способ выполнения или алгоритм реализации, исходные материальные, энергетические или информационные ресурсы, результаты обработки или преобразования вещества, энергии или информации. При этом степень детализации функционального описания системы определяется его конкретным назначением.

При подготовке исходных функциональных требований допускается перечисление и смысловое изложение



укрупненных функциональных свойств и функций, при этом мелкие подробности и особенности не должны препятствовать восприятию основного функционального облика объекта или явления, а также порядка взаимодействия составных частей системы. Разработка системотехнических протоколов взаимодействия и системотехнических руководств требует наиболее подробного изложения материала с раскрытием всех подробностей и особенностей выполнения функций и обеспечения функциональных свойств.

Под системотехническим протоколом взаимодействия понимается документ, который разрабатывается системными аналитиками, и отражает следующие аспекты:

- точно установленные объемы, состав и виды вещества, энергии и информации, которые разрешается использовать для обеспечения взаимодействия системы с внешней средой, включая управляемые объекты, или для обеспечения взаимодействия составных частей системы между собой;

- точно установленный порядок, условия и функции для выполнения бесконфликтной инициализации, поддержания и завершения указанного взаимодействия;

- точно установленный порядок действий и функции системы при возникновении и разрешении конфликтов.

Применительно к интеллектуальным системам описание функциональных свойств и функций должно содержать их разделение на основные функции, которые предполагается выполнять в основном режиме функционирования, и на функции, которые предполагается выполнять в технологических режимах при инсталляции и настройке системы. Такое разграничение производится при выработке требований и составлении описаний каждой основной функции путем детального анализа тех информационных ресурсов, которые необходимы для ее реализации.

В интеллектуальных системах практически всякое преобразование или переработка информации, а также подготовка управленческого решения и построение на его основе тех или иных управляющих воздействий сопряжены с использованием различных условно-постоянных и экспертных данных. Системные аналитики должны предусмотреть особые вспомогательные функциональные механизмы ввода этих сведений в систему, а также последующего контроля их правильности и непротиворечивости. Спецификация указанных информационных ресурсов для каждой основной функции позволяет сформировать состав необходимых вспомогательных технологических функций. Данный состав, как правило, оказывается избыточным из-за использования одних и тех же информационных ресурсов при выполнении системой различных функций. По результатам выработки требований и составления описаний всех основных функций в полученном составе технологических функций устраняется избыточность и находится его рациональное построение.

Описание условий жизнедеятельности и возмущающих факторов отражает сведения об особенностях пространственного размещения системы, об ожидаемых механических, климатических и электромагнитных воздействиях, а также другие вопросы обеспечения функционирования основных объектов системы и протекания в ней сложных явлений. Пространственное размещение

системы тесно связано с исходными системотехническими массогабаритными параметрами и требованиями по базированию системы.

Возможно формирование требований по построению малогабаритных переносных составных частей и самой системы в целом, по размещению средств системы в помещениях разного типа, по монтажированию ее на транспортной платформе. Фактически это определяет ожидаемые механические ударные и вибрационные нагрузки, которые должны быть отражены в описании. Отдельную часть описания составляют климатические условия — допустимые рабочие диапазоны температуры и влажности, а также степень влияния атмосферных осадков. Допустимые электромагнитные воздействия отражаются в виде предельных значений напряженностей электромагнитных полей, при которых система должна сохранять работоспособность.

Информационно-параметрическое описание содержит подробное перечисление и смысловое назначение форматов информации и параметров функционирования как самой системы, так и всех ее основных и вспомогательных процессов. Часть форматов информации и параметров функционирования, как правило, задается в виде исходных требований, остальные сведения формируются на основе результатов теоретических и экспериментальных исследований или на основе результатов моделирования.

Представленные здесь описания интеллектуальной системы образуют многоуровневую иерархическую архитектуру системотехнических знаний, которые отражают основные стороны построения и жизнедеятельности данной системы, обеспечивают возможность ее практического создания и использования.

Формирование графа отображения начальной или базовой онтологии предметной области

При построении онтологий системным аналитиком требуется использовать различные типы связей, соответствующие типам отображаемых отношений (предикатов) [5]. Часть возможных типов связей и соответствующие им термины достаточно прочно закрепились в теории семантических сетей. К ним относятся структурные связи типа ISA, SUB, PART-OF.

- Связь ISA является классификационной (таксономической) и отражает отношение между объектом и множеством объектов класса (объект является экземпляром определенного класса). Эта связь предполагает нахождение объектом свойств того класса, к которому он относится. На основе связей ISA могут строиться иерархические древовидные структуры.

- Связь типа SUB (синоним – АКО, «A Kind of») задает отношение между надмножеством (гиперонимом) и подмножеством (гипонимом), при этом свойства надмножества наследуются подмножеством.

- Связь типа PART-OF (синоним – HasPart) соответствует отношениям меронимии частей и целого, при этом предполагается, что часть не наследует свойства целого.

Помимо вышеуказанных связей достаточно часто возникает необходимость введения в концептуальную схему функциональных связей типа SF для отображе-



ния функциональных отношений, атрибутивных связей типа SA для отображения отношений свойств, логических связей типа SL и каузальных (причинно-следственных) связей CAUSE. Применяются и иные типы связей, обусловленные особенностями предметной области проектируемой интеллектуальной системы. Причем в однородных семантических сетях применяются связи одного типа, которые отображают однотипные отношения; в разнородных семантических сетях используются различные типы связей.

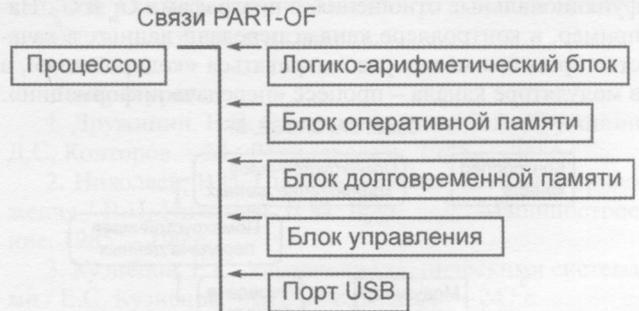
Отношения, отображаемые связями концептуальной схемы, могут иметь различную арность. Наибольшей обозримостью обладают связи бинарных отношений, при этом с увеличением арности возникает проблема графического отображения концептуальной схемы. Для преодоления этих сложностей граф концептуальной схемы строится в виде двудольного графа. Он состоит из двух частей: одна его часть включает вершины – понятия, отображаемые в виде прямоугольников, а другая часть содержит вершины – отношения, отображаемые в виде овалов. Такое отображение позволяет достаточно наглядно графически представить требуемые смысловые конструкции связей концептуальной схемы.

Слой морфологического описания специфицирует наполнение предметной области характерными для нее объектами физической природы: предметами, событиями и состояниями. Рассматриваемые концепты определяют некоторое подмножество вершин $\{X_m\} \in X$ графа $G = \langle X, S \rangle$ модели предметной области. Среди концептов этого слоя целесообразно выделять концепты, соответствующие более общим понятиям, и объекты, которые выражают как общие, так и частные сущности. Таким образом, на смыслообразующем уровне используется возможность учета фактов и отношений структурной соподчиненности концептов с использованием связей типа ISA, SUB и PART-OF.

Ниже приведены примеры соподчиненности, образованной на связях ISA и SUB с наследованием свойств.



Здесь представлен также пример структурной соподчиненности концептов, образованной на связях PART-OF без наследования свойств.



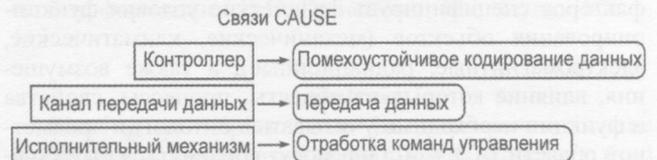
Совокупность подмножества вершин $\{X_m\} \in X$ и подмножеств структурных связей $\{ISA_m\} \in S$, $\{SUB_m\} \in S$, $\{PART-OF_m\} \in S$ образуют подграф морфологического слоя концептуальной схемы G_m :

$$G_m = \langle \{X_m\} \in X; \{ISA_m\} \in S; \{SUB_m\} \in S; \{PART-OF_m\} \in S \rangle.$$

Процессуальный слой охватывает описания процессов, событий и операций, которые могут быть реализованы в пределах предметной области и также относятся к категории объектов физической природы. Они определяют второе подмножество вершин $\{X_p\} \in X$ графа $G = \langle X, S \rangle$, которые могут соединяться структурными связями $\{ISA_p\} \in S$, $\{SUB_p\} \in S$, $\{PART-OF_p\} \in S$ и образовывать подграф процессуального слоя G_p :

$$G_p = \langle \{X_p\} \in X; \{ISA_p\} \in S; \{SUB_p\} \in S; \{PART-OF_p\} \in S \rangle.$$

В модели предметной области подграфы G_p и G_m объединяются с помощью каузальных связей $\{CAUSE_{pm}\} \in S$, которые отражают отношения принадлежности процессов, событий и операций к определенным концептам. Данные концепты выступают в качестве владельцев этих событий, процессов и операций, что продемонстрировано примером.

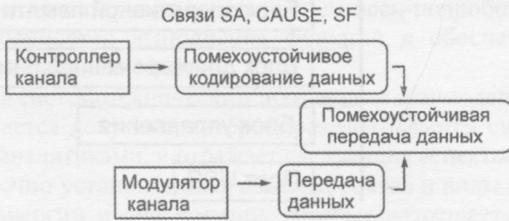


Свойственно-функциональный слой отображает абстрактные свойства и функции, присущие концептам $\{X_f\} \in X$ предметной области. Они проявляются непосредственно в виде собственных свойств объектов $\{X_p\}$ или в виде результатов возникновения определенных событий, протекания тех или иных процессов и реализации соответствующих функций. Свойства и функции определяют третье подмножество вершин $\{X_f\} \in X$ графа $G = \langle X, S \rangle$ модели предметной области. Они могут соединяться структурными связями $\{ISA_f\} \in S$, $\{SUB_f\} \in S$, $\{PART-OF_f\} \in S$ и образовывать подграф свойственно-функционального слоя:

$$G_f = \langle \{X_f\} \in X; \{ISA_f\} \in S; \{SUB_f\} \in S; \{PART-OF_f\} \in S \rangle.$$



Подграф G_f может объединяться с помощью атрибутивных, каузальных и функциональных связей $\{SA_i\} \in S$, $\{CAUSE_j\} \in S$, $\{SF_k\} \in S$, отражающих свойственно-функциональные отношения, с подграфами G_m и G_p . Например, в контроллере канала передачи данных в качестве процесса может рассматриваться «кодирование», а в модуляторе канала – процесс «передача информации».



Последние отношения могут быть записаны на языке предикатов первого порядка в виде одной из возможных формул:

$$(kkpd \leftrightarrow \text{ПОМ-УСТ-КОД}) \cup (mkpd \leftrightarrow \text{ПД}) \rightarrow (kpd \leftrightarrow \text{ПОМ-УСТ-ПД}),$$

где элементами тезауруса выступают следующие понятия:

- ПОМ-УСТ-КОД – константа помехоустойчивого кодирования данных;
- ПД – константа передачи данных;
- ПОМ-УСТ-ПД – константа помехоустойчивой передачи данных по каналу;
- $kkpd$ – переменная, указывающая на свойства контроллера канала передачи данных;
- $mkpd$ – переменная, указывающая на свойства модулятора канала передачи данных;
- kpd – переменная, указывающая на свойства канала передачи данных.

Эта формула может быть интерпретирована следующим образом: если контроллер канала передачи данных обладает свойством помехоустойчивого кодирования, а модулятор канала обладает свойством передачи данных, то канал обладает свойством помехоустойчивой передачи данных.

Слой условий жизнедеятельности и возмущающих факторов специфицирует физические условия функционирования объектов (механические, климатические, электромагнитные, радиационные), а также возмущения, влияние которых на объекты, процессы, свойства и функции необходимо учитывать в онтологии предметной области $\{X_u\} \in X$. Они могут соединяться структурными связями $\{ISA_u\} \in S$, $\{SUB_u\} \in S$, $\{PART-OF_u\} \in S$ и образовывать подграф слоя условий жизнедеятельности и возмущающих факторов:

$$G_u = \langle \{X_u\} \in X; \{ISA_u\} \in S; \{SUB_u\} \in S; \{PART-OF_u\} \in S \rangle.$$

Подграф G_u может объединяться с помощью каузальных и логических связей $\{CAUSE_u\} \in S$, $\{SL_u\} \in S$ с подграфами G_m , G_p и G_f .

Информационно-параметрический слой отражает набор абстрактных качественных и количественных требований $\{X_i\} \in X$, которые актуальны для рассматриваемой предметной области. Они могут соединяться структурными связями $\{ISA_i\} \in S$, $\{SUB_i\} \in S$, $\{PART-OF_i\} \in S$ и образовывать подграф информационно-параметрического слоя:

$$G_i = \langle \{X_i\} \in X; \{ISA_i\} \in S; \{SUB_i\} \in S; \{PART-OF_i\} \in S \rangle.$$

Подграф G_i может объединяться с подграфами G_m , G_p , G_f и G_u с использованием атрибутивных и каузальных связей $\{SA_i\} \in S$, $\{CAUSE_i\} \in S$.

Для выделенных слоев описаний должны выполняться следующее теоретико-множественные соотношения:

$$X = X_\phi \cup X_a,$$

$$X_\phi = \{X_m\} \cup \{X_p\} \cup \{X_u\}, X_a = \{X_f\} \cup \{X_i\},$$

где X_ϕ – подмножество концептов предметной области, соответствующих объектам физической природы; X_a – подмножество абстрактных элементов предметной области.

Весь процесс построения онтологии может быть разбит на несколько независимых этапов, на каждом из которых решаются конкретные задачи, а полученные результаты, в свою очередь, служат исходными данными для решения последующих задач [5, 6, 9–11]. Обобщение различных подходов позволяет выделить определенную последовательность действий в построении онтологий:

- разработка послойных системотехнических описаний;
- извлечение из послойных описаний соответствующих объектов – кандидатов и разбиение их на функционально-тематические группы (кластеризация);
- присвоение обобщающих понятий – концептов каждой группе;
- построение некоторой начальной или базовой онтологии предметной области;
- определение отношений между концептами;
- формирование правил расширения концептов;
- постепенное расширение и уточнение онтологии;
- построение некоторой начальной или базовой онтологии предметной области;
- формирование правил подготовки выводов, заключений и решений с использованием модели предметной области.

Граф для отображения начальной или базовой онтологии предметной области в большинстве случаев может иметь вид, представленный на рисунке 2.

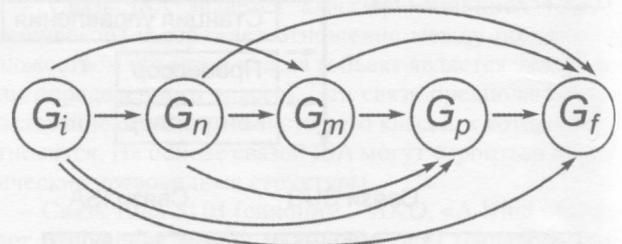


Рисунок 2 – Начальный граф отображения базовой онтологии предметной области

С точки зрения решаемых системных задач рассматриваемый метод начального построения онтологии позволяет создавать спецификации¹ и описывать все су-

¹ Спецификация — это документ в виде таблицы, определяющий перечень объектов или иных составных частей, входящих в предметную область.



ществленные объекты предметной области, их свойства и отношения между объектами. Следует учитывать ряд правил по составлению системных описаний, позволяющих оптимизировать их объем. В частности, не стоит без доказательной основы расширять количество слоев системных описаний. Кроме того, целесообразно отказаться от учета объектов, свойств и отношений, влияние которых на результаты решения системных задач незначительно, а их отображение приводит к усложнению концептуальной схемы.

Рассматриваемая модель обладает свойством монотонности, которое обеспечивает поэтапную детализацию подмножеств X_m, X_p, X_r, X_u, X_i , а также добавление новых объектов и новых типов отношений без изменения ранее построенной части модели. Интерпретация с использованием графов создает условия для общей обзорности семантической сети и наглядности операций в предметной области. В большинстве реальных проектов базовые онтологии строятся вручную с использованием знаний и опыта экспертов. В настоящее время в базовые онтологии включают около 30–40 концептов и необходимых отношений. Базовые онтологии одновременно применяются в качестве своеобразного фильтра для отбора и добавления в них новых концептов и отношений с целью расширения онтологий.

Следует особо отметить, что ни одна конструкция семантических сетей не содержит точного представления о структуре предметной области. Кроме того, семантические сети – это пассивные построения, для которых необходимо введение специального аппарата выводов. Определенную проблему представляет организация поиска требуемой информации в крупных семантических сетях, поскольку при решении конкретной функциональной задачи необходимо обеспечивать периодический поиск требуемых сетевых фрагментов.

Заключение

Формальное представление предметных областей является одной из важнейших исходных задач проектирования интеллектуальных систем для формирования выводов и заключений, а также для автоматизированной выработки управленческих решений. В связи с этим предложены, обоснованы и проанализированы принципы построения концептуальных схем предметных областей на основе онтологий, применимые в практике создания интеллектуальных систем. Указанные концептуальные схемы содержат первичные системотехнические описания интеллектуальных систем: морфологическое и процессуальное, описания свойств и функций, условий жизнедеятельности и возмущающих факторов, а также информационно-параметрическое описание. Для представления концептуальных схем предметных областей рассмотрено использование ориентированных графов, которые удовлетворяют определенным правилам, принятым в рассматриваемом разделе знаний, и которые отражают все релевантные концепты этого раздела знаний, а также смысловые связи между ними. Проведено обобщение различных подходов к построению концептуальных

схем и онтологий, что позволило выделить определенную последовательность действий, обеспечивающую формирование графа для отображения начальной или базовой онтологии предметной области и его последующего развития.

Литература:

1. Дружинин, В.В. Системотехника / В.В. Дружинин, Д.С. Конторов. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.
2. Николаев, В.И. Системотехника: методы и приложения / В.И. Николаев, В.М. Брук. – Л.: Машиностроение, 1985. – 199 с.
3. Кузнецов, Е.С. Управление техническими системами / Е.С. Кузнецов. – М.: МАДИ, 2003. – 247 с.
4. Рыбина, Г.В. Основы построения интеллектуальных систем / Г.В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика, Инфра, 2010. – 432 с.
5. Найханова, Л.В. Основные типы семантических отношений между терминами предметной области / Л.В. Найханова // Известия высших учебных заведений. Технические науки. – 2008. – № 1. – С. 62–68.
6. Интернет-ресурс: <http://www.mkbergman.com/991/the-state-of-tooling-for-semantic-technologies>.
7. Оробинская, Е.А. Метод автоматического построения онтологии предметной области на основе анализа лингвистических характеристик текстового корпуса / Е.А. Оробинская // Интернет-ресурс: archiv.org/pdf/1405/1346.
8. Simperl, E. Achieving Maturity: the State of Practice in Ontology Engineering in 2009 / E. Simperl, M. Mochol // International Journal of Computer Science and Applications. Technomathematics Research Foundation. – 2010. – V. 7. – № 1. – P. 45–65.
9. De Nicola, A., et. all. A software engineering approach to ontology building / A. De Nicola, et. all. // Information Systems. – 2009. – № 34. – P. 258–275.
10. Zhou, L. Ontology Learning: State of the Art and Open Issues / L. Zhou // Information Technology and Management. – 2007. – V. 3. – № 8. – P. 241–252.
11. Кузнецов, И.П. Механизмы обработки семантической информации / И.П. Кузнецов. – М.: Наука, 1978. – 115 с.

Abstract

Plotting principles have been proposed in the application domain based on ontologies which are used in the practice of establishment of intelligent systems. These conceptual schemes contain primary system morphological and procedural descriptions of intelligent systems, descriptions of properties and functions, standards of living and disturbing factors, as well as information and parameter description. In order to present conceptual schemes of application domains the use of oriented graphs has been considered which satisfy the rules adopted in the considered knowledge units. Various approaches to conceptual schemes plotting have been generalized and certain sequence of actions has been assigned which provides graph formation for presentation of the initial and basic ontology of the application domain.

Поступила в редакцию 15.04.2016 г.