

ОНТОЛОГОУПРАВЛЯЕМАЯ СИСТЕМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Юрий Чаплинский, Елена Субботина

Abstract: Показана актуальность использования онтологического подхода к описанию технологии системной оптимизации. Описаны ситуации и этапы системной оптимизации. Представлена структура знаний для описания системной оптимизации. В работе определена структура онтологического описания принятия решений в рамках системной оптимизации. Рассмотрено множество онтологий, которое реализует описание задач принятия решений и процесс их решения. Представлены основные характеристики составных частей онтологоуправляемого принятия решений на основе системной оптимизации.

Keywords: системная оптимизация, принятие решений, онтология

ACM Classification Keywords: H.1 Models and Principles; H.4.2 Types of Systems – Decision support; H.4.2 Information Systems Applications: Types of Systems: Decision Support; H.1.1 Systems and Information; Knowledge Representation

Введение

Комплексная и системная поддержка принятия решений сегодня является доминирующей динамической деловой средой. В такой среде процессы и системы реализуются для координации распределенных организационных процессов принятия решений. Деятельность как отдельных людей, так и предприятий все в большей степени зависит от имеющихся у них знаний как одного из самых ценных ресурсов и способности их эффективно использовать. В этих условиях на уровне предприятий характерными чертами являются: интеграция научных знаний, рост количества междисциплинарных проблем, комплексность проблем и необходимость их изучения в единстве технических, экономических, социальных, психологических, управленческих и других аспектов; усложнение рассматриваемых проблем и объектов; динамичность ситуаций принятия решений; дефицитность ресурсов; повышение уровня стандартизации и автоматизации элементов производственных и управленческих процессов; глобализация конкуренции, производства, кооперации, стандартизации и т.д.; повышение роли человеческого фактора в управлении и др. Учет таких особенностей позволяют выделить основные моменты, необходимые для качественного выполнения подготовки и принятия решений: системность; альтернативность; многокритериальность; несовместность (противоречие); учет мнений аналитиков и экспертов.

С другой стороны принятия решений в системах управления описываются взаимосвязанными задачами. При чем, как правило, такие задачи оказываются несовместными из-за их структуры, которая сложилась, и ограничивающих факторов, так называемыми "узкими местами", к которым относят объемы финансирования; наличие достаточных человеческих ресурсов, производственные возможности предприятий, нормативные или фактические часовые этапы жизненного цикла производства продукции и т.д. Таким особенностям задач принятия решений удовлетворяет технология системной оптимизации [Глушков, 1980].

Поэтому весьма актуальна поддержка принятия решений в проблемных ситуациях с использованием систем поддержки принятия решений (СППР), разработанных на принципах инженерии знаний в рассматриваемой предметной области. Инженерия знаний определяется как совокупность методов и средств извлечения, накопления, обработки, представления и синтеза знаний. Кроме того, в виду слабой

формализованности решаемых в СППР задач, очень важно иметь детальное описание предметных и проблемных областей, в рамках которых лицо, принимающее решение (ЛПР), решает свои задачи.

Для обеспечения такого принятия решений необходимы соответствующие средства, отражающие упомянутые особенности принятия решений и позволяющие идентифицировать, анализировать и манипулировать всем многообразием объектов и отношений, имеющих в системе управления.

Реализация информационных технологий, которые базируются на использовании знаний, дает возможность внести в организацию процесса принятия решений ряд важных свойств, прежде всего дает возможность перейти к непрерывному анализу ситуаций и планированию действий, обеспечивает проведение коррекции процесса принятия решений без нарушения технологической целостности и взаимосвязанности, допускает многовариантность вариантов решений и возможность их получения по разным критериям и моделям, строит взаимосвязанную систему подготовки и выбора решений, как для данной проблемы, так и по взаимодействию с другими комплексами проблем и задач, позволяет принимать решение с учетом последствий их реализации. При этом в рамках таких технологий удастся учесть взаимозависимость решений, негативные последствия реализации, ограничения поведения, информационные ограничения, время и среду, которая постоянно изменяется, определенность, риск, неопределенность и т. д.

Системная оптимизация и принятие решений

Под предметной областью будем понимать фрагмент реальной (виртуальной) действительности, которая представляется некоторой совокупностью сущностей, которые принадлежат ему. Как правило, задачи принятия решений по дисциплинарному признаку формулируются как монодисциплинарные (внутри отдельной научной дисциплины или прикладной области) или как многодисциплинарные (на стыке двух и больше дисциплины или области). Поэтому будем рассматривать проблемную область принятия решений как множество предметных областей и задач, которые решаются в них.

Принятия решений можно представить в виде многоуровневой иерархической системы, которая состоит из совокупности задач, которые находятся на разных уровнях иерархии и отвечают за определенную функцию или деятельность и связаны соответствующей логической структурой. Каждая задача, которая отвечает соответствующему направлению(ям) деятельности, может иметь подзадачи. Задачи и подзадачи описываются соответствующими формализованными задачами, которые описываются комплексами взаимосвязанных моделей. Формализованные модели реализуются соответствующими методами, алгоритмами. Сам процесс будем рассматривать как систему, которая состоит из некоторого набора подсистем (этапов) и их элементов (процедур, действий, операций), которые взаимодействуют между собой, количество и состав которых может варьироваться в зависимости от условий и решаемых задач.

При этом интеграция решений, которые принимаются, в рамках подсистем достигается за счет принятия согласованных решений в функциональных задачах, а интеграция управления всей системой в целом будет получена путем согласования управляющих действий между связанными подсистемами, которые принадлежат одному или разным уровням.

Реализация такого подхода происходит через взаимодействие соответствующих систем поддержки принятия решений (СППР), которые реализуют целостную систему принятия решений и могут функционировать распределено [Волкович, 1982].

Отметим, что между разными подсистемами, задачами (подзадачами), моделями возможны разные виды взаимодействия. Такое взаимодействие может реализовываться на основе отношений прямого подчинения; информационного обмена; функционального подчинения; функционального согласования и

координации. Это предопределяет между соответствующими объектами приоритеты взаимодействия, которые описываются иерархией или временем выполнения.

Наличие в задачах принятия решения собственных целей и приоритетов взаимодействия приводит к разным ситуациям взаимодействия между соответствующими задачами. Эти ситуации определяются взаимным расположением областей относительно друг к другу.

Рассмотрим модель локальной задачи принятия решения в многоуровневой организационной системе, которая имеет следующий общий вид: $M_i = \{C^x, X_0, X(u^{i-1}), X(u^i), U(x), U(x^{i+1})\}$, где i - индекс рассматриваемой задачи ($i \in I = \overline{1, M}$), C^x - множество оценок выбора решения задачи M_i ; X_0 - область возможных решений, которая определяется локальными ограничениями задачи; $X(u^{i-1})$ - область желаемых решений, которая определяется ограничениями, называемые директивными; $X(u^i)$ - область решений, которая определяется с учетом компромиссных связей с задачами, которые владеют одинаковыми с данной задачей приоритетами взаимодействия; $U(x)$ - область переменных u , которая зависит от решения x^* данной задачи; $U(x^{i+1})$ - область переменных, которые характеризуют влияние данной задачи на связанные с ней задачи с меньшим приоритетом взаимодействия. Наличие в задачах принятия решения локальных целей и приоритетов взаимодействия приводит к разным ситуациям взаимодействия между соответствующими задачами. Если допустимых решений в локальной задаче не существует, то возникает необходимость в целенаправленном изменении области X_0 или $X(u^i)$ для выполнения требований из $X(u^{i-1})$, где u^{i-1} получено при решении более приоритетных задач. Такая задача коррекции решается с помощью технологии системной оптимизации.

Таким образом, процесс принятия решений может состоять из последовательности этапов, каждый из которых включает следующие элементы: определение решений локальных задач с учетом результатов, полученных на предыдущих этапах; согласование решений связанных локальных задач.

Первый этап заключается в анализе моделей локальных задач. Если допустимых решений в локальной задаче не существует, то возникает необходимость в целеустремленном изменении области X_0 для выполнения директивных требований из области $X(u^{i-1})$. Такая задача коррекции X_0 интерпретируется как задача системной оптимизации. Суть которой заключается в целеустремленном изменении моделей принятия решений для достижения совместности и в выборе наиболее приемлемого решения поставленной задачи [Чаплинский, 2007].

Таким образом решение локальной задачи (локальное допустимое решение) будет найдено непосредственно или будет получено в результате решения задачи системной оптимизации, то есть

$$X_0 \cap X(u^{i-1}) \neq \emptyset.$$

Поскольку решение определено без учета области связей $X(u^i)$, то значение параметра u определены независимо в каждой из связанных задач и могут не сходиться. Тогда согласование решений заключается в нахождении таких локально допустимых (оптимальных, компромиссных) решений, для которых значения параметров связи равны. Возможные подходы к реализации алгоритмов согласования решений по параметрам связи приведены в [Волкович, 1990].

В случае отсутствия таких согласованных решений необходимо коррекции моделей связанных задач для достижения совместности в пространстве параметров, которая может быть возведена к задаче системной оптимизации. Основной проблемой при этом является выбор направления и величины коррекции областей $X_0, X(u^{i-1})$.

Полученное решение определит значение параметра u^{i+1} , что характеризует влияние данной задачи на связанные с ней задачи с меньшим приоритетом.

В общем виде принятия решений в рамках технологии системной оптимизации может быть описано набором следующего вида: $SO = \langle M, R(M), A(M), F(M), F(SO) \rangle$, где $M = \{M_1, \dots, M_n\}$ – множество прикладных, предметно-формальных и формальных моделей, которые описывают определенные этапы системной оптимизации; $R(M)$ – множество правил выбора необходимой модели или совокупности моделей для выполнения этапа, то есть правил, которые реализуют отражение $R(M): S \rightarrow M$, где S – множество возможных ситуаций (состояний), или $S' \in M$, где S' – некоторое множество ситуаций (состояний), при возникновении которых происходит изменение модели; $A(M) = \{A(M_1), \dots, A(M_n)\}$ – множество методов решения задач на основе моделей M_i , $i = 1, \dots, n$; $F(M) = \{F(M_1), \dots, F(M_n)\}$ – множество правил модификации моделей M_i , $i = 1, \dots, n$. Каждое правило $F(M_i)$ определяет отображение $F(M_i): S'' \times M_i \rightarrow M'_i$, где $S'' \subseteq S'$, M'_i – некоторая модификация модели M_i ; $F(SO)$ – правило модификации SO – ее базовых конструкций M , $A(M)$, $R(M)$, $F(M)$ и, возможно, самого правила $F(SO)$, т.е. $F(SO)$ реализует целый ряд отражений (комплексное отражение) $F(SO): S''' \times M \rightarrow M'$, $S''' \times A(M) \rightarrow A'(M)$, $S''' \times R(M) \rightarrow R'(M)$, $S''' \times F(M) \rightarrow F'(M)$, $S''' \times F(SO) \rightarrow F'(SO)$, где $S''' \subseteq S$, $S''' \cap S'' = \emptyset$, $S''' \cap S' = \emptyset$, то есть правила модификации этого типа используются в ситуациях, когда имеющихся множеств моделей, методов, правил выбора и правил модификации недостаточно для поиска решения (решений) в определенной ситуации.

Таким образом, представление знаний о решении задачи с помощью технологии системной оптимизации необходимо описать:

- модели, которые описывают исходную задачу и возникают в процессе реализации технологии системной оптимизации;
- методы и алгоритмы решения сформированных моделей;
- процесс решения задачи с помощью технологии системной оптимизации Данный процесс реализуется через определенные этапы [Чаплинский, 2007].

Отметим, что модель задачи, методы и алгоритмы решения задач могут быть не только из области математического программирования (формализованных задач), но и описываться в области информационных и логических моделей.

Таким образом, для реализации системной оптимизации необходимо описать и использовать подходы и средства для

- формирования решений на основе данных. Здесь рассматривается область детализированных данных, т.е. поиск информации с использованием средств СУБД как в отдельных базах данных, так и в общем хранилище данных, область агрегированных показателей, т.е. сбор в хранилище данных соответствующей информации, ее обобщение и агрегация, гиперкубическое представление и многомерный анализ (оперативная аналитическая обработка данных (OLAP)), область закономерностей, т.е. поиск функциональных и логических закономерностей в накопленной информации, построение моделей и правил, которые объясняют найденные аномалии и/или прогнозируют развитие некоторых процессов (интеллектуальная обработка данных (Data Mining));

- формирования решений на основе логических моделей и правил (принятие решений на основе продукционных моделей, семантических сетей и т. д.);
- формирования решений на основе математических моделей (оптимизация через использование аналитических формул, оптимизация через алгоритмы, оптимизация выбора из множества альтернатив и т. д.);
- формирования решений на основе типичных решений или прецедентов (типичные решения и модели, прецеденты проблемных ситуаций).

При этом необходимо рассматривать разные аспекты принятия решений [Смирнов, 2002]. Такими могут быть, например, поведенческий аспект (описывает ситуации принятия решений и порядок, в котором рассматриваются задачи и в котором выполняются соответствующие действия), организационный аспект (описывает структуру среды принятия решений, ресурсы и средства и определяет организационную структуру, в которой решение задачи выполняется или будет выполняться, и отношения между элементами структуры), информационный аспект (описывает информацию, которая используется при принятии решений, как она представляется и как она может применяться).

Онтологии для описания технологии системной оптимизации

Современным инструментом для создания такого описания технологии системной оптимизации являются онтологии, представляющие собой компьютерную форму представления знаний о проблемных областях (ПрО) в виде семантических информационно-логических сетей взаимосвязанных объектов, где в качестве главных элементов выступают понятия (или классы объектов, наблюдаемых в ПрО) с их свойствами и отношения между ними (объектами, классами объектов). Онтологии выполняют интегрирующую функцию, обеспечивая общий понятийный базис в процессах принятия решений и единую платформу для объединения разнообразных информационных систем в ПрО. Каждый из элементов принятия решений может обладать свойствами, значениями. Отношения определяют связь между двумя терминами и указывают на термины или свойства и объекты знаний. При этом онтология должна охватывать весь перечень терминов и определений, которые дают возможность описания и обработки составляющих: организационной структуры; функциональной структуры; функциональных задач; технологий коммуникации и принятия решений.

Как правило, онтология описывается четверкой вида $\langle C, D, R, A \rangle$, где C - множество понятий конкретной предметной или проблемной области; D - множество определений понятий; R - множество отношений (связей) между понятиями; A - множество аксиом [Guriano, 1997].

То есть, онтология является системой, которая описывает структуру определенной проблемной области и состоит из множества классов понятий, связанных отношениями, их определений и аксиом, которые задают ограничения на интерпретацию этих понятий в рамках данной проблемной области.

Область принятия решений будем рассматривать как многоуровневую структуру, которая включает область проблем, область моделей, область метода и область реализаций. Область принятия решений можно декомпозировать на элементарные объекты, каждый из которых описывается совокупностью атрибутов. В рамках такого рассмотрения необходимо определить понятия и конструкции, которые определяют природа, структура и представление процесса формирования и принятия решений и соответствующих составных областей, которые описывают такой процесс. Такие области определяют четыре уровни рассмотрения проблемы принятия решений.

Самый верхний уровень отвечает проблеме. Другие уровни - формирование и реализация модели, разработка и выполнение метода и реализация. Уровни связываются друг с другом из-за отношения: "представление/ограничения". Проблема - это задача, что характеризуются существенностью,

необходимостью, достаточностью содержания, множественностью возможных способов решения и вариантноностью результатов. Проблема определяет постановку задачи принятия решений, которая базируется на семантической основе и определяет требования для разработки модели. Модели используют систему понятий и формулируются, чтобы представить проблемную ситуацию или задачу некоторым определенным языком. Модели состоят из предложений или операторов, которые выражают отношение между понятиями или терминами. Модели реализуются и используются через методы. Методы определяют процессы принятия решений на основе построенной модели и обеспечивают направление решения задачи. Для использования метода необходимо знать, как метод был спроектирован, для чего, почему, где и когда. Описание метода определяет контексты, в которых метод может быть использоваться. Методы в широком смысле представляются через схемы и сценарии, методы в узком смысле (определенные методы) и соответствующие алгоритмы. Реализация определяет, как, какими средствами, в какой среде модели или методы могут быть реализованы в СППР.

Онтологическое представление предназначено для описания иерархии задач и связей между задачами, которые определяют порядок и условия их выполнения: объединение, выбор, порядок.

Онтологическое представление может быть расширено рядом дополнительных возможностей: задача взаимодействия (задача взаимодействия связана с логикой процесса принятия решений и предназначена для автоматизации функций управления наборами начальных и результирующих данных); начальные и результирующие данные, которые необходимы для установления связи между элементами модели, этапами, задачами с учетом логики взаимодействия.

При этом отношения рассматриваются через, например, задача - отношения - объект, задача - отношения - значения, объект - отношения - значения, значения - отношения - свойство.

Онтологическое представление описывает множества возможных состояний и переходов из состояния в состояние. К таким характеристикам относим:

- переменные задач. Переменные определяют динамический контекст задач, который формируется в процессе ее выполнения. Переменные могут хранить промежуточные результаты процесса принятия решений и влиять на сценарии выполнения задач. Типами переменных могут быть: логические, символьные, целочисленные, действительные и дискретные. Переменные определяются разработчиками моделей и могут содержать множество допустимых значений для каждого типа данных. Дискретные данные могут принимать одно из множеств значений, которые относятся к этому типу.
- состояние задачи. Состояние может принимать соответствующие значения, например, при анализе случаев взаиморасположения областей [Чаплинский, 2007]: полное согласование, директивные требования не согласуются с целями задачи, требования лишь частично согласуются с целями задачи.
- правило выполнения задач является парой вида: <условие действие>. Действие является набором инструкций, которые выполняются только в том случае, если условие истинно. В условиях указываются значения атрибутов задач и переменных, в зависимости от значений которых производятся действия: изменение значений атрибутов задач и переменных, вызовы функций анализа или функций логики взаимодействия.

Для представления процессов (этапов) технологии системной оптимизации используются: событие, действие, процесс, подпроцесс.

При этом онтология позволяет представить принятие решений, включая составляющие и взаимосвязи между элементами процесса принятия решений, и используются при формировании и выборе решений и для спецификации горизонтальных/вертикальных связей между задачами, моделями, методами, реализациями и разными слоями принятия решений. Для этого все знания, которые описывают принятие

решений, рассматриваются в разрезе знаний, которые описывают контекст, и знаний, которые описывают контент. Контекстные знания описывают связь задачи (этапа) с другими задачами (этапами) технологии, а контентные знания описывают содержимое задачи (этапа).

Таким образом, под онтологией для представления задач принятия решений и процесса принятия решений в рамках системной оптимизации будем понимать взаимосвязанное множество онтологий, которое представляет собой многоуровневую ассоциативную структуру следующего вида:

$O = \langle O_{meta}, O_{core}, O_{cnxt}, \{O_{DM}\}, O_R, O_{user}, Inf \rangle$, где O_{meta} – метаонтология; O_{core} – базовая онтология; O_{cnxt} – контекстная онтология; $\{O_{DM}\}$ – множество онтологий представления процесса принятия решений, которое включает представления задач и их решения на уровне проблемной области, онтологии предметно-формального и формального представления и реализаций этого процесса; O_R – онтология реализаций, которая включает описание программного обеспечения для поддержки принятия решений; O_{user} – онтология представления пользователя и взаимодействия с ним; Inf – модель машины вывода, которая ассоциируется с множеством онтологий O .

Метаонтология рассматривается как интегрирующая компонента. Поскольку при принятии решений используются знания из разных предметных областей, то одним из заданий метаонтологии есть межпредметная интеграция, как базу для нахождения рационального и адекватного решения задачи принятия решений. Сущностями метаонтологии являются такие понятия, как объект, атрибут, значение, отношение и т. п., например, описывать метаинформацию на основе модели Захмана [Zachman, 2008].

Цель базовой онтологии O_{core} заключается в том, чтобы обеспечить ключевые понятия и конструкции для того, чтобы определить, понять, структурировать и представить основные принципы области принятия решений, в рамках которой реализуется решение поставленной задачи. Базовая онтология обеспечивает общие понятия, из которых все другие понятия могут быть получены конкретизацией и/или специализацией. При этом определяются понятия, которые нужны, чтобы описать объекты принятия решений через понятие, признак и объект ссылки. В рамках данной онтологии возможна конкретизация понятия и определения их семантических значений. Также данная онтология определяет понятия для описания синтаксиса и семантики языков, которые используются для поддержки процесса принятия решений. Базовая онтология также включает понятия и конструкции для представления принятия решений с точки зрения состояний, изменений состояния и событий. При этом принятие решений может быть представлено и определено с точки зрения состояния задачи, поведения задачи и решения задачи. Также определяются понятия и конструкции для классификации, обобщения, агрегации и группирования.

Контекстная система [Dey, 2001, Leppänen, 2007] помогает распознать, понять и представить соответствующие элементы принятия решений как контексты и в рамках контекстов. Контекстом является любая информация, которая может быть использована или характеризует соответствующую проблемную область. Контекстная онтология O_{cnxt} с учетом результатов [Dey, 2001, Смирнов, 2002, Leppänen, 2007] включает в себя компонентные онтологии: онтология контекста, онтология слоев и онтология точек зрения. Онтология контекста определяет следующие контекстные области: область цели/результата, область актера (человек или программное обеспечение), область процесса/действия, область объекта, область среды, область возможностей, область средств, область представления, область расположения и область времени. Каждая контекстная область определяется соответствующими понятиями и конструкциями. Онтология слоев поддерживает структуру принятия решений и описывает отношения на общем уровне составляющих принятия решений и их реализацию на соответствующих уровнях: проблема, модель, метод и реализация в рамках системы результатов, системы объектов, системы

использования и системы управления. Онтология точек зрения поддерживает множество определенных аспектов рассмотрения для конкретного представления процесса принятия решений и структуризацию восприятия составляющих принятия решений, в частности из системной, концептуальной, функциональной, информационной и реализационной точек зрения.

В работе [Gangemi, 1999] приводится классификация, в которой выделено семь уровней иерархии: онтология представления, общая онтология, промежуточная онтология, онтология верхнего уровня, онтологии предметной области, онтологии заданий и онтологии приложений.

Используя результаты работ [Gangemi, 1999, Fensel, 2002, Staab, 2001, Maedche, 2003], будем представлять множество онтологий представления процесса принятия решений $\{O_{DM}\}$ как многоуровневую систему онтологий, как представлено на рис. 1.

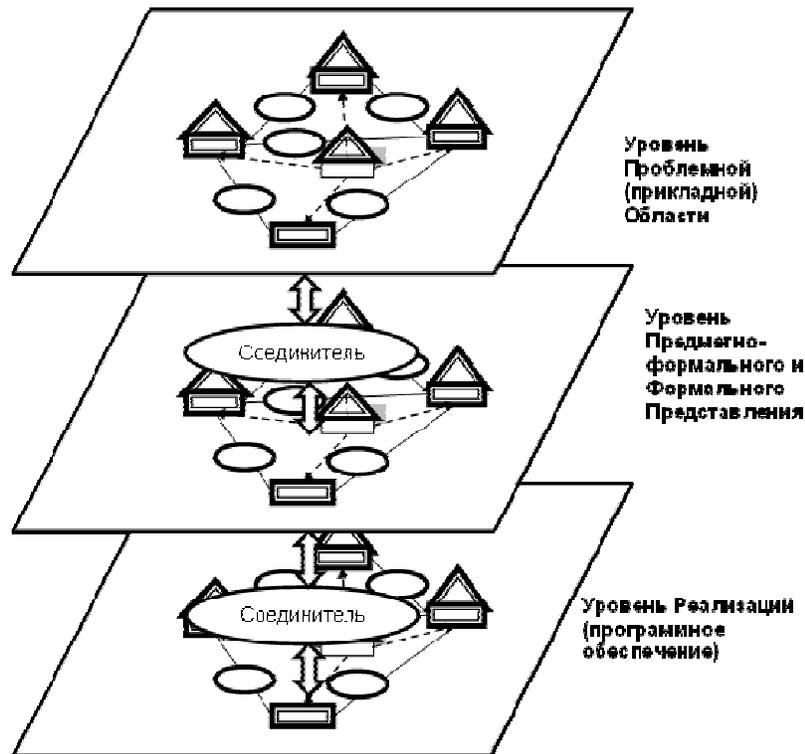


Рис.1. Уровни онтологического рассмотрения поддержки процессов принятия решений.

Множество онтологий представления процесса принятия решений рассматривается как компонента базы знаний при работе с конкретной проблемной областью и является, в свою очередь, шаблоном для построения динамической компоненты базы знаний, которая изменяется при переходе от одной конкретной задачи к другой. То есть в разрезе моделей реализует эффект триады : от реальной прикладной модели (прикладная задача) построить (с помощью восприятия и концептуализации) концептуальную модель и с помощью знаков или языка создать модель представления (символьная модель). Такая онтология включает представление задач предметной области (формулировка проблемы и соответствующей ее модели, определения схемы/сценария/метода решения), онтологии предметно-формального и формального представления (превращения моделей в формальную и каноническую запись, определение сценария, метода и алгоритма решения) и реализаций этого процесса (превращения с учетом требований программной реализации и требований пользователя). В [Fensel, 2002] принятие решений представляется через предметную модель, задачу и метод, однако не всегда такого представления достаточно для адекватного описания принятия решений (в рамках одной предметной

модели можно сформулировать разные задачи, для них могут быть разные модели решения и для моделей могут быть разные методы), поэтому будем представлять внутриуровневое принятие решений, как показано на рис.2.

Уровень проблемной области представляется онтологией проблемной области, как компоненты, которая описывает понятия, термины, объекты, процессы проблемной области. Эта онтология описывает специфические механизмы, методы, технологии принятия решений данной проблемной области.

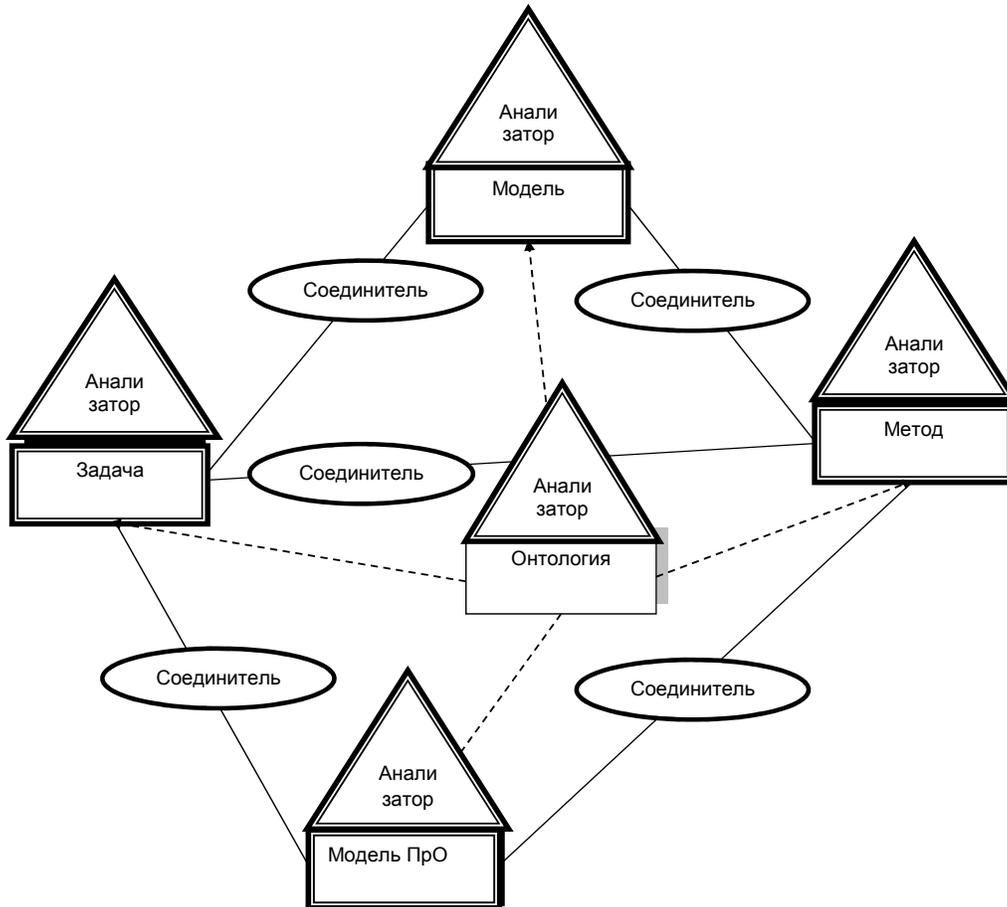


Рис.2. Представление внутриуровневого принятия решений

Уровень предметно-формального и формального представления реализуется через формализованную онтологию, как компоненты что реализуют информационные, математические, логические модели, методы, технологии, алгоритмы и их взаимодействие в процессе принятия решений. На этом уровне, используя общий принцип построения онтологии и связь с проблемной онтологией, определяется формализованное описание математических, информационных и логических зависимостей для построения предметно-математических, информационных и логических моделей решения соответствующих задач. Вид и тип таких моделей зависит от данных и возможных методов решения. Формализованная онтология или онтология формальных методов и алгоритмов - содержат сценарии, методы, алгоритмы реализации и анализа построенных математических, информационных и логических моделей. При этом терминам и понятиям могут быть поставлены в соответствие как модели, так и отдельные математические расчетные формулы, информационные запросы. Если в модели задачи проблемного уровня заменить термины предметных областей абстрактными обозначениями, то можем получить спецификацию задачи и системы соотношений в абстрактных обозначениях. Переход от задач

проблемной области k , например, математическим моделям и математическим задачам позволяет определять разные классы прикладных задач, которые им отвечают, исследовать их свойства и разрабатывать методы формирования интеллектуального решения прикладных задач для каждого конкретного класса математических задач. Это позволяет представлять и накапливать знания о соответствующих составляющих этой онтологии и использовать их при решении прикладных задач.

Описание реализованных методов, алгоритмов представляет уровень реализаций.

Онтология реализаций O_R , которая включает описание программного обеспечения для поддержки принятия решений: функциональный, поведенческий, организационный и информационный. При этом описание основывается на функциональных (то, что делает программное обеспечение) и нефункциональных требованиях (ограничение использования). Эта онтология реализует описание, обработку и использование имеющихся программно-алгоритмических средств, которые дают возможность завершить компьютерную поддержку реализации соответствующих процессов принятия решений, моделей, методов и алгоритмов.

Онтология представления пользователя и взаимодействия с ним реализует формирование модели сценария и компонентов диалога (автоматически или автоматизировано). Онтология предназначена для описания множества возможных состояний диалога и переходов. Состояния диалога и условия переходов описываются в терминах интерфейсных элементов модели представления. Онтология абстрактного представления позволяет описывать представление интерфейса в терминах абстрактного интерфейса пользователя, независимого от среды выполнения и типов входных/выходных данных интерфейса. Элементы абстрактного интерфейса позволяют определять структуру представления информации, не уточняя их конкретное представление. Онтология конкретного представления реализует формирование конечного представления диалога как типичного, так и динамического в зависимости от роли/компетентности пользователя, требований конкретной проблемы, требований платформы и тому подобное. Такая онтология необходима для реализации персонализированного подхода к построению интерфейса для поддержки всех этапов принятия решений. На этом уровне реализуется учёт интересов пользователей, что осуществляется за счёт создания определенных профилей пользователей, что способствует более эффективному и адекватному ведению диалога.

Для интеграции компонентов используются соединители. Соединитель реализует принцип "моста" [Fensel, 2002] между соответствующими уровнями и онтологией. Это предопределено тем, что онтологии создаются независимо одна от другой. Поэтому необходимо поставить в соответствие определенные понятия и термины, которые используются в разной онтологии. Это прежде всего необходимо при работе с онтологией, когда необходимо сделать дополнительные предположения для уточнения и конкретизации, например, формулировки задачи с целью в дальнейшем правильного выбора модели, метода, алгоритма и реализации прикладной задачи. С другой стороны необходимо знать, что формальная онтология, онтология уровня реализаций и онтология уровня представления пользователя создается как предметно независимые и которые могут быть повторно использованы. В этом случае для решения специфической предметной задачи используются соответствующие аксиомы, при этом гарантируется правильность выбора понятий и терминов и их атрибутов (свойств).

В соответствии с построенной теоретико-множественной моделью представления онтологий строятся и реализовываются конкретные средства принятия решений в СППР.

Заклучение

Разработанное онтологическое представление позволяет создать единое интегрированное информационное пространство [Chaplinskyu 2006], в котором интегрированы разные модели представления данных и знаний в области принятия решений, которые представлены онтологической моделью, правила классификации ситуаций и их решения в соответствии с технологией системной оптимизации в конкретных прикладных областях и ситуациях принятия решений и которое базировалось бы на современной парадигме информационных технологий: поддержка принятия решений в любое время и в любом месте, любыми средствами и в любой прикладной сфере.

Предложенное онтологическое представление было положено в основу реализации прототипа информационно-аналитической системы в рамках Украинско - Индийского проекта "Разработка интегрированной среды поддержки процессов консультирования и принятия решений для аграрных консультационных служб".

Благодарности

Работа опубликована при финансовой поддержке проекта **ITHEA XXI** Института информационных теорий и приложений FOI ITHEA Болгария www.ithea.org и Ассоциации создателей и пользователей интеллектуальных систем ADUIS Украина www.aduis.com.ua.

Литература

- [Волкович, 1982] Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
- [Волкович,1990] Волкович В.Л., Коленов Г.В. Метод раздельного решения взаимосвязанных оптимизационных задач. // Изв. АН СССР. Сер. Техн. Киберн. – 1990. – № 6. – С. 28 – 43.
- [Глушков, 1980] Глушков В.М. О системной оптимизации. // Кибернетика. – 1980. - № 5. - С.89-90.
- [Смирнов, 2002] Смирнов А.В., Пашкин М.П., Шилов Н.Г., Левашова Т.В. Онтологии в системах искусственного интеллекта: способы построения и организации. Часть 1 // Новости искусственного интеллекта. – 2002. – №1. – С.3-13.
- [Чаплінський, 2007] Чаплінський Ю.П. Алгоритми системної оптимізації для різних припустимих варіацій параметрів. // Проблеми інформатизації та управління. - 2007. - №1 - с. 163-168.
- [Chaplinskyu 2006] Yuriy Chaplinskyu, Olena Subbotina Ram Bahal, Monika Wason. Decision support to farmers on heterogeneous farming aspects through IT environment // The fifth conference of the Asian Federation for Information Technology in Agriculture , November 9-11, 2006, Bangalore, India – P. 91-98.
- [Dey, 2001] Dey A.K., Salber D., Abowd G.D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications // Context-Aware Computing. – A Special Triple Issue of Human-Computer Interaction / T.P. Moran, P. Dourish (eds.). – Lawrence-Erlbaum, 2001. – Vol. 16. – P. 97 - 166.
- [Fensel, 2002] Dieter Fensel, Enrico Motta, V. Richard Benjamins, Monica Crubezy, Stefan Decker, Mauro Gaspari, Rix Groenboom, William Grosso, Frank van Harmelen, Mark Musen, Enric Plaza, Guus Schreiber, Rudi Studer, Bob Wielinga. The Unified Problem-solving Method Development Language UPML // Knowledge and Information Systems. – 2002. – V.5. – №1 – P. 83-131.
- [Gangemi, 1999] Gangemi A., Pisanelli D. M., Steve G. An Overview of the ONIONS Project: Applying Ontologies to the Integration of Medical Terminologies // Data & Knowledge Engineering. – 1999 – V. 31 – P. 183-220.

- [Guriano, 1997] Guriano N. Understanding, Building, and Using Ontologies / A Commentary to "Using Explicit Ontologies in KBS Development" // International Journal of Human and Computer Studies. – 1997. – V. 46. – № 2/3. – P. 293-310.
- [Leppänen, 2007] Leppänen M. Towards an Ontology for Information Systems Development - A Contextual Approach. In K. Siau (Ed.), Contemporary Issues in Database Design and Information Systems Development. - IGI Global, 2007. - P. 1-36.
- [Maedche, 2003] Maedche A., Motik B., Stojanovic L., Studer R. and Volz R. Ontologies for Enterprise Knowledge Management // IEEE Intelligent Systems. – 2003. – V. 18. – № 2. – P. 26-33.
- [Staab, 2001] Staab S., Studer R., Schnurr H.-P., Sure Y. Knowledge Processes and Ontologies // IEEE Intelligent Systems. – 2001. – V. 16. – № 1. – P. 26-34.
- [Zachman, 2008] Zachman J.A. The Zachman Framework: The Official Concise Definition. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zachmaninternational.us/index.php/the-zachman-framework>
-

Информация об авторах



Юрий Чаплинский – к.т.н., с.н.с., Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, Украина. E-mail: cyuriy60@hotmail.com



Елена Субботина – н.с., Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины, Киев, Украина. E-mail: olenas2011@gmail.com