



OSTIS-2013

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822:514

ПОДХОД К ИНТЕГРАЦИИ РАЗНОРОДНЫХ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ

Загорулько Г.Б., Загорулько Ю.А.

*Институт систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения
Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия*

gal@iis.nsk.su

zagor@iis.nsk.su

В докладе рассматриваются подход к интеграции разнородных методов поддержки принятия решений в оболочке для построения интеллектуальных СППР. Благодаря использованию онтологии как в качестве средства представления знаний о задачах и методах поддержки принятия решений, так и в качестве универсального формата представления знаний и данных в системе, удалось не только облегчить и сделать более эффективным труд разных типов специалистов, участвующих в процессе создания и использования СППР, но и значительно упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями СППР, реализующими различные методы поддержки принятия решений.

Ключевые слова: методы поддержки принятия решений, онтология, интеллектуальная СППР, оболочка СППР.

ВВЕДЕНИЕ

Поддержка принятия решений (ППР) является в настоящее время одним из mainstream как в прикладных, так и в теоретических исследованиях [Петровский, 2009]. С одной стороны, велика практическая потребность в системах поддержки принятия решений (СППР), с другой стороны, разработано много методов поддержки принятия решений (МППР), созданы инструментарии для создания СППР, развивается и сама теория принятия решений. Несмотря на очевидные успехи в этой области, практическое использование полученных в ней результатов затруднено в связи с тем, что нет целостного описания разработанных методов и средств поддержки принятия решений, как и нет единых формализмов и языков для описания МППР. Поэтому потенциальному пользователю трудно ориентироваться в многообразии имеющихся средств, а чтобы иметь возможность использовать тот или иной метод для решения своих задач, он должен вникать в тонкости его реализации. Вот почему как никогда становится актуальной задача создания единой концептуальной основы, которая помимо решения перечисленных выше проблем послужила бы базисом для решения сложных практических задач путем интеграции всех требующихся для этого методов.

В качестве такой концептуальной основы

предлагается использовать онтологию задач и методов ППР [Guarino. 1998]. Эта онтология должна иметь так называемую «вертикально-горизонтальную» структурную организацию, что позволит представлять интересующую область знаний как бы в двух измерениях. Первое измерение («вертикальная структуризация») представляется в виде традиционной иерархической структуры, на каждом уровне которой интересующая область знаний описывается с разной степенью детализации. Второе измерение («горизонтальная структуризация») задает описание области знаний с точки зрения разных типов специалистов, участвующих в процессе создания и использования СППР: лиц, принимающих решение (ЛПР), инженеров знаний, экспертов и программистов. Такая онтология позволит систематизировать многочисленные разнородные методы и средства ППР, что, в свою очередь, позволит заинтересованным лицам ориентироваться в имеющихся методах и средствах и выбирать наиболее подходящие для решения своих задач.

Для интеграции различных методов ППР в рамках одной СППР, одной онтологии задач и методов недостаточно. Для обмена данными между методами, точнее, реализующими их программными модулями и подсистемами, требуется некоторый общий формализм, на котором бы описывались входные и выходные данные различных методов. Как показала практика [Загорулько и др., 2012] в

качестве такого формализма удобно использовать также онтологию, а именно: онтологию предметной области (ПО). Онтология задач и методов ППР и онтология ПО вместе образуют концептуальный и технологический базис для интеграции различных методов ППР, тем самым создавая реальные предпосылки для создания массовой семантической технологии компонентного проектирования и разработки интеллектуальных систем такого класса, как СППР [Голенков и др., 2011].

1. Онтология задач и методов ППР

В качестве концептуального базиса, на котором строится онтология задач и методов поддержки принятия решений, была предложена метаонтология задач и методов. Эта онтология содержит описание таких базовых понятий ППР, как Задача, Метод, Модуль, Решатель, Входные данные, Результат, Ситуация, Проблемная ситуация, Альтернатива, Этап принятия решений, а также отношения между ними (см. рисунок 1).

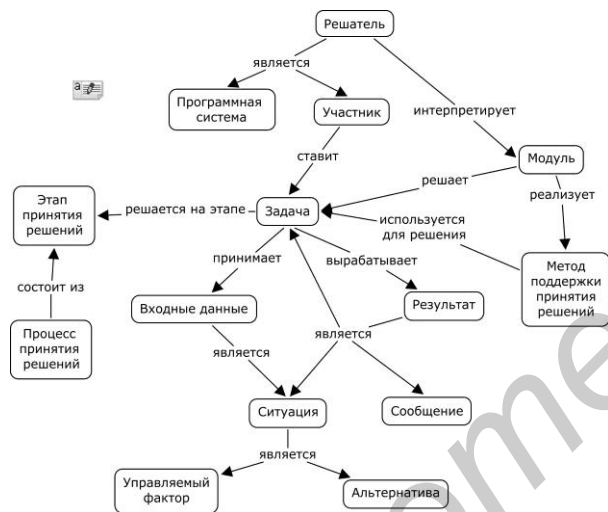


Рисунок 1 – Фрагмент метаонтологии задач и методов

Рассмотрим подробнее эти понятия.

Согласно теории [Кузнецов, 2009; Кулагин, 2001; Петровский, 2009;], процесс принятия решений состоит из нескольких этапов. На каждом этапе решаются свои задачи. Задача принимает Входные данные и вырабатывает некоторый Результат. Входными данными для задач являются Ситуации, каждая из которых представляет собой набор связанных отношениями объектов предметной области (ПО). Выделяется класс проблемных ситуаций (ПС), т.е. ситуаций, в которых значения атрибутов некоторых объектов выходят за область нормальных значений, либо критически близко подходят к ее границам. Результатом решения задачи может быть Сообщение, Ситуация или Задача. Сообщение – это окончательный результат решения задачи, который пользователь принимает к сведению. Ситуация – это результат, который может быть подвергнут дальнейшему анализу. В зависимости от того, решалась ли прямая задача или обратная, Ситуация может представлять собой

последствия принимаемых решений или же начальные решения, которые должны привести к желаемым результатам. Если в качестве решения получено несколько ситуаций – Альтернатив, то может быть сгенерирована новая Задача, которая будет оценивать полученные Альтернативы и выбирать из них наиболее приемлемые.

Для решения Задач используются различные Методы поддержки принятия решений. Некоторые из них могут иметь компьютерную реализацию, т.е. могут быть реализованы в некоем программном Модуле, который, в свою очередь, интерпретируется тем или иным Решателем. Другие методы не имеют программной поддержки. Реализующий их Модуль представляет собой текстовое (возможно, формализованное) описание данного метода, а в качестве решателя, интерпретирующего такой модуль, выступает человек – Участник процесса принятия решений. Участниками могут быть ЛПР (лицо, принимающее решение), Владельцы проблемы, различные Активные группы [Петровский, 2009], Эксперты и специалисты по принятию решений.

С использованием описанной выше метаонтологии был построен верхний уровень онтологии задач и методов поддержки принятия решений.

Как известно, основу любой онтологии составляет классификация ее основных сущностей [Гаврилова и др., 2006]. В настоящее время не существует общепринятой классификации методов поддержки принятия решений. В литературе по теории принятия решений [Орлов, 2002], как правило, дается классификации методов в рамках отдельных групп методов. При построении данной онтологии в качестве основания классификации были выбраны этапы принятия решений, а к этапам уже «привязываются» решаемые на них задачи и используемые для этого методы.

Всего в онтологии представлено 7 этапов принятия решений: Выявление проблемной ситуации, Диагностика проблемной ситуации, Постановка цели, Анализ факторов, Разработка альтернатив, Оценивание альтернатив, Выбор альтернативы.

Например, на этапе Диагностика проблемной ситуации устанавливаются причины, приведшие к ее возникновению, т.е. ставится диагноз. А для решения задачи диагностики применяются такие методы, как рассуждения на основе экспертных правил [Загоруйко и др., 1995], рассуждения на основе прецедентов [Варшавский и др., 2006], ИАД [Zagoruiko, 2007] и др.

2. Онтология предметной области

Для того чтобы СППР была настраиваема на любую ПО, онтологии, описывающие разные ПО, должны быть одинаково устроены. Это задается путем использования в качестве основы для

построения онтологии конкретной ПО метаонтологии, включающей базовые понятия, общие для всех ПО.

Разработанная метаонтология ПО включает следующие базовые понятия и отношения: Объект управления, Идеальный объект, Состояние, Результат (рисунок 2). Объекты могут находиться в том или ином состоянии, для описания которого вводится класс Состояние. Для описания штатного состояния объекта управления, в котором объект управления должен находиться и на достижение которого должна быть направлена вся деятельность ЛПР, вводится специальное понятие Идеальный объект. В качестве результатов работы СППР могут быть: Диагноз текущего состояния объекта (объектов) управления, Рекомендация для ЛПР, Прогноз изменения состояния объекта и т.п. Отдельным результатом может быть Задача, которую требуется решить, чтобы получить дополнительную информацию для принятия решения.

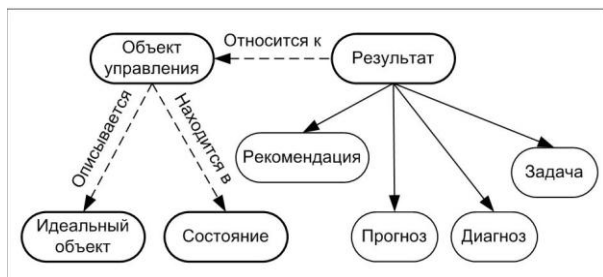


Рисунок 2 – Фрагмент метаонтологии предметной области

Так как метаонтология ПО определяет только понятия самого верхнего уровня, характерные для всех СППР, независимо от решаемого класса задач, то при специализации СППР на определенную проблемную область и для облегчения работы экспертов и инженеров знания могут разрабатываться онтологии базового уровня, которые ориентированы на определенную проблемную область и могут использоваться для построения онтологии конкретной ПО.

Например, оболочка для построения СППР, ориентированных на поддержку принятия решений в технических областях, может снабжаться базовой онтологией диагностики и мониторинга производственных объектов [Zagorulko et al., 2010], которая включает помимо введенных в метаонтологии ПО базовых понятий Объект управления, Состояние, Результат, Идеальный объект, понятия, полученные путем специализации перечисленных выше понятий. Так, в классе Объект управления могут выделяться подклассы Оборудование, Подвижные объекты, Дорожная сеть. В свою очередь класс Состояние может иметь следующие подклассы: Неисправность, Поломка, Предаварийное состояние и др.

3. Основные принципы интеграции разнородных методов ППР

Как уже было сказано выше, в соответствии с предлагаемым подходом интеграция МППР выполняется на основе концептуального базиса задаваемого онтологиями задач и методов ППР и предметной области.

Онтология задач и методов ППР содержит описание каждого метода, показывает его место в задаче (системе задач) ППР и задает его взаимосвязи с другими методами. Благодаря таким свойствам при решении задачи интеграции различных методов эта онтология может использоваться как экспертами и инженерами знаний, осуществляющими выбор подходящих методов, так и программистами (конструкторами СППР), устанавливающими порядок взаимодействия методов.

Онтология ПО задает структуры для описания входных и выходных данных методов и отслеживает их логическую целостность. Эти структуры, представляемые понятиями онтологии ПО, являются универсальными и поэтому «понятными» для всех методов. Благодаря этому, при решении задачи интеграции различных методов данная онтология используется для организации обмена данными между методами. В частности, в СППР все данные, как входные и выходные, должны быть описаны в терминах понятий онтологии.

Возможны разные способы интеграции методов ППР: начиная с интеграции на уровне модулей и подсистем, реализующих эти методы ППР, и кончая интеграцией на уровне единого формализма (модели) [Загорулько, 2013].

Интеграция на уровне компонентов безусловно сужает класс потенциально-решаемых задач. Однако такой способ интеграция дает возможность более быстрого практического решения многих сложных задач, поскольку имеются уже готовые компоненты для решения их отдельных подзадач.

При интеграции МППР на уровне компонентов методы будут работать последовательно, принимая входные данные и передавая результат своей работы другим методам. При этом для организации работы неважно, как реализован и на каких принципах основан метод. Важно только уметь его запустить, правильно передать ему исходные данные и выгрузить результат.

Так как у каждой интегрируемой подсистемы (модуля), реализующей тот или иной метод, согласно [Guarino, 1998] есть своя онтология, каждая такая подсистема имеет свой формат представления данных. В связи с этим требуется организовать отображение входных данных, представленных в онтологии ПО, в формат онтологии интегрируемой системы, а затем (после отработки метода) обеспечить отображение полученных выходных данных в формат, заданный онтологией ПО. Поэтому для каждого метода

должен быть создан конвертор, переводящий данные в его внутренний формат и наоборот.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен подход к интеграции разнородных методов поддержки принятия решений для сложных задач, базирующийся на системе онтологий. Благодаря использованию онтологии как в качестве средства представления знаний о задачах и методах поддержки принятия решений, так и в качестве универсального формата представления знаний и данных в системе, удалось не только облегчить и сделать более эффективным труд разных типов специалистов, участвующих в процессе создания и использования СППР, но и значительно упростить и унифицировать обмен информацией между разнородными компонентами и модулями СППР, реализующими различные методы поддержки принятия решений.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума РАН (интеграционный проект СО РАН № 15/10 «Математические и методологические аспекты интеллектуальных информационных систем»).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

[Гаврилова и др., 2006] Гаврилова, Т.А. Модели и методы формирования онтологий / Т.А. Гаврилова, Д.В. Кудрявцев, В.А. Горовой // Научно-технические ведомости СПбГПУ, № 4, 2006. – С.21-28.

[Голенков и др., 2011] Голенков, В.В. Принципы построения массовой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем / В.В. Голенков, Н.А. Гулякина // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2011): мат. Междунар. научн.-техн. конф. – Минск: БГУИР, 2011. – С. 21-58.

[Варшавский и др., 2006] Варшавский, П.Р. Методы правдоподобных рассуждений на основе аналогий и прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Новости Искусственного Интеллекта, № 3, 2006, С. 39-62.

[Загорулько и др., 2012] Загорулько, Ю.А. Онтологический подход к разработке системы поддержки принятия решений на нефтегазодобывающем предприятии / Ю.А. Загорулько, Г.Б. Загорулько // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2012. Том.10, выпуск 1. – С. 121-128.

[Загорулько, 2013] Загорулько, Ю.А. Технологии разработки интеллектуальных систем, основанные на интегрированной модели представления знаний / Ю.А. Загорулько // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2013): мат. Междунар. научн.-техн. конф. – Минск: БГУИР, 2013.

[Загорулько и др., 1995] Загорулько, Ю.А. Интегрированная технологическая среда для создания систем обработки знаний / Ю.А. Загорулько, И.Г. Попов, В.В. Щипунов // Известия РАН. Теория и системы управления. –1995. – № 5. – С. 210–213

[Кузнецов, 2009] Кузнецов, О.П. Интеллектуализация поддержки управляющих решений и создание интеллектуальных систем / О.П. Кузнецов // Теория и методы разработки программного обеспечения систем управления. Спецвыпуск журнала «Проблемы управления» №3.1, 2009.

[Кулагин, 2001] Кулагин О.А. Принятие решений в организациях. – СПб.: Издательский дом «Сентябрь», 2001.

[Петровский, 2009] Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009.

[Guarino, 1998] Guarino, N. Formal Ontology in Information Systems / N. Guarino // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6–8 June 1998. – Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3–15.

[Zagoruiko, 2007] Zagoruiko, N.G. Ontology of the Data Mining Subject Domain / N.G. Zagoruiko, S.E. Gulyaevskii, and B.Ya. Kovalerchuk // Pattern recognition and image analysis. Vol. 17. No. 3. 2007.

[Zagorulko et al., 2010] Zagorulko, Yury. An Approach to Development of the Decision Support System for Enterprise with Complex Technological Infrastructure / Yury Zagorulko, Galina Zagorulko. // Bulletin of NCC. – Issue 31.– 2010.–P. 195–207.

APPROACH TO INTEGRATION OF HETEROGENEOUS METHODS OF DECISION SUPPORT FOR COMPLICATED PROBLEMS

Zagorulko G.B., Zagorulko Yu.A.

*A.P. Ershov Institute of Informatics Systems
Siberian Branch of the Russian Academy of
Sciences, Novosibirsk, Russia*

zagor@iis.nsk.su

gal@iis.nsk.su

The paper discusses an approach to integration of heterogeneous methods of decision support for program shell intended for development of intelligent decision support systems (IDSS).

In the frameworks of this approach an ontology is used both as means for representation of knowledge about tasks and decision support methods, and as a universal format for knowledge and data representation in IDSS. Due to this fact, we managed both to make a labour of all types of specialists, participating in process of creating and using the IDSS, more easy and effective, and considerably simplify and unify an information exchange between heterogeneous subsystems and modules implementing various decision support methods.

The approach is based on two ontologies: the subject domain ontology (SD ontology) and the task and decision support methods ontology (TDSM ontology).

The TDSM ontology includes descriptions of all well-known methods. It shows place of each method in system of decision support tasks and defines its interconnections with other methods. Due to these properties of the TDSM ontology, it can be used during integrating heterogeneous methods of decision support as experts and knowledge engineering selecting a appropriate method as programmers (IDSS designers) establishing cooperation of methods.

The SD ontology defines structures for describing input and output data of methods and keeps track of their integrity. These structures represented by concepts of the SD ontology are universal and, therefore, clear for all methods. Due to this fact during integrating heterogeneous methods of decision support this ontology is used for providing data exchange between heterogeneous methods. In particular, all data to be used in the IDSS could be described in terms of the SD ontology concepts.