



УДК 004.822:514

ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СППР В СЛАБОФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

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

Рассматривается подход к организации комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях. Такая поддержка осуществляется на трех уровнях: концептуальном, информационном и компонентном. Концептуальный уровень обеспечивается онтологией поддержки принятия решений, информационный уровень – специализированным интернет-ресурсом, содержащим систематизированную в соответствии с указанной онтологией информацию об области знаний «Поддержка принятия решений». Компонентный уровень составляет репозиторий реализованных методов поддержки принятия решений, систематизированных и описанных в соответствии с онтологией.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений; слабоформализованная предметная область, комплексная поддержка процесса разработки, онтология.

Введение

В настоящее время остается актуальной проблема обеспечения поддержки принятия решений в слабоформализованных предметных областях. Для ее решения создаются интеллектуальные системы поддержки принятия решений (ИСППР). Однако разработка таких систем является очень трудной задачей, поскольку современные инструментальные средства разработки СППР либо не применимы в слабоформализованных предметных областях, либо малодоступны из-за высокой стоимости. Для решения этой задачи необходимо разработать технологию построения ИСППР для таких областей, включающую набор методов и средств, обеспечивающих всестороннюю поддержку процесса разработки ИСППР на всех этапах.

В разработке ИСППР участвуют не только программисты, но и инженеры знаний, владеющие методами представления знаний и поддержки принятия решений, и эксперты той предметной области (ПО), для которой создается СППР, поэтому на начальных этапах разработки очень важное значение имеет концептуальный базис, обеспечивающий указанные группы специалистов единой системой понятий.

Помимо общих представлений об области знаний «Поддержка принятия решений» и ПО, для которой разрабатывается система, разработчикам необходима информационная поддержка. Они должны иметь достаточно полную информацию о конкретных методах поддержки принятия решений (ППР), о классах задач, решаемых этими методами, о возможностях и ограничениях каждого из них. Кроме этого, разработчикам должна быть доступна информация об основных этапах принятия решений, об используемых на каждом из них методах, а также об инструментальных средствах, реализующих эти методы.

На этапе реализации ИСППР важную роль играет компонентная поддержка разработчиков. Возможность выбрать готовые программные компоненты, реализующие необходимые методы поддержки принятия решений, может существенно облегчить и ускорить процесс создания ИСППР.

В докладе описывается подход к организации комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях. В соответствии с ним концептуальный уровень такой поддержки представляет система онтологий. Информационная поддержка обеспечивается средствами специализированного Интернет-ресурса, в котором, в частности, систематизируются и описываются

конкретные методы поддержки принятия решений и их доступные реализации. Компонентную поддержку предоставляет репозиторий методов поддержки принятия решений, реализованных в виде сервисов, снабженных унифицированными спецификациями, на основе которых может выполняться их интеграция.

1. Концептуальный базис комплексной поддержки

В качестве концептуального базиса поддержки разработки ИСППР предлагается использовать систему взаимосвязанных онтологий – онтологии области знаний «Поддержка принятия решений», онтологии научных информационных ресурсов и онтологии задач и методов. Эти онтологии строятся на основе представительного набора базовых онтологий, составляющих знаниевый компонент технологии создания интеллектуальных научных интернет-ресурсов, разработанной в ИСИ СО РАН [Загорулько, 2014; Zagorulko et al., 2015]. Так, онтология области знаний «Поддержка принятия решений» строится на основе онтологий научного знания и научной деятельности, онтология научных информационных ресурсов – на основе базовой онтологии информационных ресурсов, а онтология задач и методов – на основе базовой онтологии задач и методов и онтологии сервисов.

При этом онтология задач и методов выделяется в отдельную онтологию ввиду особой важности для любой научной области знаний понятий «Задача» и «Метод». Эта онтология служит для детального описания решаемых в рассматриваемой ПО задач и существующих для их решения методов.

Методы решения задач реализуются с помощью соответствующих сервисов, для описания которых также используется отдельная онтология. Методы могут реализовываться как в виде локальных сервисов, так и в виде web-сервисов. Для того, чтобы web-сервисы можно было использовать из внешних приложений, необходимо иметь их стандартизированное описание. Для этих целей онтология сервисов базируется на стандарте OWL-S [OWL-S, 2004]. Это позволяет описывать в однозначной поддающейся машине обработке форме не только интерфейс сервиса (в терминах типов входных и выходных данных), но и его семантику, т.е. то, что сервис делает, указывать его связи с понятиями других онтологий, задавать ограничения на область применения и т.п. Использование стандартизированного семантического описания сервисов позволит обеспечить содержательный доступ к ним как пользователей, так и программных агентов, а также создаст возможность композиции из них новых сервисов с целью получения функциональности, требуемой для решения новых сложных задач.

Важную роль в концептуальном базисе играет понятие «Информационный ресурс». Для описания информационных ресурсов используется

специальная онтология, в которой задается типизация ресурсов и отношения, связывающие их с сущностями остальных рассмотренных онтологий. Эта онтология вводит информационные ресурсы, заданные в цифровом формате и которые пользователь может многократно использовать при решении своих задач.

2. Организация информационной поддержки

Для оказания информационной поддержки разработки ИСППР требуется построить базирующийся на описанной выше системе онтологий интеллектуальный научный интернет-ресурс (ИНИР), в котором будут собраны описания известных интеллектуальных методов принятия решений, заданы их связи с задачами и этапами принятия решений. В этом ресурсе будет также представлена информация об имеющихся инструментариях для разработки СППР, о коллективах и исследователях, занимающихся данной проблематикой. При этом на основе онтологий будет организован эффективный содержательный доступ к этой информации.

Для разработки такого ИНИР предполагается использовать упомянутую выше технологию создания интеллектуальных научных интернет-ресурсов [Загорулько, 2014]. На рисунке 1 показаны основные содержательные компоненты любого ресурса, разработанного средствами данной технологии.



Рисунок 1 – Содержательные компоненты ИНИР

Знания об области знаний ИНИР представлены онтологией, которая строится на основе базовых онтологий, приведенных на рисунке 1, а также правилами вывода, позволяющими получать знания и факты, не содержащиеся в контенте ИНИР в явном виде.

Контент ИНИР образуют информационные объекты, информационно-аналитические ресурсы и сервисы обработки информации, интегрированные в ИНИР. Информационные объекты – это конкретные экземпляры понятий онтологии. Они представляют структурированную в соответствии с онтологией информацию о рассматриваемой области знаний.

Каждый интегрированный в ИНИР информационный ресурс и сервис должен описываться соответствующим информационным объектом.

Совокупность интегрированных в ИНИР сервисов, образует репозитарий. Сервисы обработки информации предоставляют как традиционные для интернет-ресурсов средства доступа и анализа хранящейся в них информации, так и средства для решения задач рассматриваемой ПО. Добавление последних в ИНИР поднимает возможности оказания информационной поддержки на качественно новый уровень – пользователь не просто получает информацию об интересующем его методе или ссылку на его реализацию. Он может непосредственно на ресурсе просмотреть примеры использования метода, запустить его и проанализировать его работу с разными входными данными.

3. Организация компонентной поддержки

В процессе реализации ИСПП большую помощь разработчикам может оказать репозитарий – библиотека готовых к использованию методов принятия решений вместе с методикой и средствами их исполнения и композиции.

Этот репозитарий разрабатывается в соответствии с онтологией и с использованием сервис-ориентированного подхода, что упрощает включение в него имеющихся в свободном доступе готовых реализаций методов. Спецификация методов в виде сервисов позволяет снять ряд проблем, связанных с различием платформ, на которых разрабатывались методы, стандартов, форматов данных, удаленным размещением этих методов. Использование стандартизированных интерфейсов обеспечивает интеграцию методов при решении сложных задач. Сетевые протоколы, которые могут использоваться для взаимодействия между сервисами, позволяют получить доступ к информации и функциональным компонентам, размещенным на удаленных серверах.

Репозитарий будет включать представительный корпус методов ИСПП, организованный на основе онтологии. Он будет обеспечивать возможность исполнения любого интегрированного в него метода с передачей ему данных и просмотром результатов его работы. При этом сами методы могут быть физически развернуты на удаленных машинах и от пользователя будут скрыты детали их распределенной работы. Репозитарий будет также предоставлять возможность создания новых методов путем композиции нескольких, уже реализованных методов. Кроме того, предполагается сделать репозитарий расширяемым. Для этого будет реализована возможность публикации новых методов и предоставления доступа к ним.

Для продвинутых пользователей полезной возможностью будет наличие у методов программных интерфейсов (API) для обеспечения их встраивания в другие методы и/или приложения.

При работе с репозитарием пользователю не потребуется изучать дополнительное программное обеспечение, форматы описания и команды запуска методов, способы передачи данных между отдельными компонентами разрабатываемой системы и т.п. Во многих случаях ему будет достаточно свести исходную задачу к одной или нескольким задачам известных классов, для которых существуют готовые методы.

4. Близкие работы

Вопросам создания СППР посвящено множество работ, но ни в одной из них задача комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях не ставилась.

Так в работах [Черняховская и др., 2007; Варшавский, 2009] рассматриваются вопросы разработки интеллектуальных СППР с использованием рассуждений на основе прецедентов. Использованию ИСПП в нештатных ситуациях посвящены работы [Массель и др., 2013] и [Геловани и др., 2001].

В последнее время в отечественных и зарубежных публикациях обсуждаются проблемы и опыт использования онтологий при построении СППР в различных областях [Загоруйко и др., 2011; Черняховская и др., 2009; Sheng-Tun et al., 2003; Luigi et al., 2004], в том числе слабоформализованных [Casanovas et al., 2009]. Однако в этих работах даже не ставился вопрос создания и использования онтологии поддержки принятия решений.

Что касается информационных ресурсов, обслуживающих разработчиков СППР, то публикаций по этой теме практически нет. Описываются в основном системы, ориентированные на ЛПР (лиц, принимающих решение) или специалистов в конкретной предметной области, а не на разработчиков СППР. Например, в работе [Finkle-Perazzo et al., 2011] описан онлайн-ресурс, предоставляющий доступ специалистам к медицинским знаниям и интернет-ресурсам для принятия решений при лечении различных заболеваний. В работе [Zhang et al., 2015] представлена доступная через сеть Интернет система для поддержки принятия решений при управлении водозабором. Из отечественных разработок стоит отметить систему, описанную в [Горнов и др., 2006], осуществляющую удаленную компьютерную поддержку разработчиков, использующих математические пакеты. Однако, эта система поддерживает разработку приложений не в слабоформализованных областях, а в такой хорошо формализованной области, как вычислительная математика.

Заключение

В докладе предложена концепция комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях. Концептуальным базисом такой поддержки является система онтологий, ядро которой составляет онтология области знаний «Поддержка принятия решений». Для обеспечения информационной поддержки данного процесса служит интернет-ресурс, представляющий структурированное на основе системы онтологий описание области знаний «Поддержка принятия решений», включая задачи, решаемые в данной области, и методы, используемые для их решения. Для обеспечения компонентной поддержки процесса разработки ИСППР служит репозиторий методов ППР, предоставляющий непосредственный доступ к реализациям методов и позволяющий разработчикам предварительно опробовать их, чтобы лучше понять их возможности и выбрать наиболее подходящие из них.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-07-00569 «Методы и средства комплексной поддержки процесса разработки интеллектуальных СППР в слабоформализованных предметных областях на основе сервис-ориентированного подхода и технологий Semantic Web».

Библиографический список

[Загорулько, 2014] Загорулько Ю. А. Технология разработки интеллектуальных научных интернет-ресурсов, ориентированная на экспертов предметной области // Инфраструктура научных информационных ресурсов и систем. Сборник избранных научных статей. Труды Четвертого Всероссийского симпозиума (С.-Петербург, 6–8 октября 2014 г.). Под ред. Е.В. Кудашева, В.А. Серебрякова. М.: ВЦ РАН, 2014 – Т.1. – С.69-86.

[Zagorulko et al., 2015] Zagorulko Y., Zagorulko G. Ontology-Based Technology for Development of Intelligent Scientific Internet Resources // Intelligent Software Methodologies, Tools and Techniques. Proceedings of 14th International Conference, SoMet 2015. Hamido Fujita, Guido Guizzi (Eds.), / Communications in Computer and Information Science, Vol. 532, Springer International Publishing, 2015. –pp. 227-241.

[OWL-S, 2004] OWL-S: Semantic Markup for Web Services. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.w3.org/Submission/OWL-S/> (дата обращения: 15.12.2015).

[Черняховская и др., 2007] Черняховская Л.Р., Старцева Е.Б., Муксимов П.В., Макаров К.А. Поддержка принятия решений при управлении сложными производственными системами на основе онтологической базы знаний // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2007. Т. 9. № 7. –С. 41-45.

[Варшавский и др., 2009] Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений, 2009. №2. – С. 45–57.

[Массель и др., 2013] Массель Л.В., Массель А.Г. Технологии и инструментальные средства интеллектуальной поддержки принятия решений в экстремальных ситуациях в энергетике // Вычислительные технологии. - 2013.- Т.18.- Специальный выпуск. - С. 37-44.

[Геловани и др., 2001] Геловани В.А., Башлыков А.А., Бритков В.Б., Вязилов Е.Д. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды. Эдиториал УРСС, 2001.

[Загорулько и др., 2011] Загорулько Ю.А., Загорулько Г.Б. Использование онтологий в экспертных системах и системах поддержки принятия решений // Труды Второго симпозиума «Онтологическое моделирование» (Казань, октябрь 2010 г.) – Москва: ИПИ РАН, 2011. –С. 321-351.

[Черняховская и др., 2009] Черняховская Л.Р., Кружков В.Н., Дикова Ф.А. Онтологический подход к разработке системы поддержки принятия решений // Электронный журнал “Информационные ресурсы России”, 2009. №1.

[Sheng-Tun, 2003] Sheng-Tun Li, Huang-Chih Hsieh, and I-Wei Sun. An Ontology-based Knowledge Management System for the Metal Industry. In Proceedings of the Twelfth International World Wide Web Conference (WWW2003), Budapest, Hungary, 2003.

[Luigi, 2004] Luigi Ceccaroni, Ulises Cortés, Miquel Sánchez-Marrè. OntoWEDSS: augmenting environmental decision-support systems with ontologies. Environmental Modelling & Software. Vol. 19, Issue 9, September 2004. 785–797.

[Casanovas et al., 2009] Casanovas P., Casellas N., Vallbe J.-J. An Ontology-Based Decision Support System for Judges. In Proceeding of the 2009 conference on Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood, IOS Press, Amsterdam, 2009. –pp. 165–175.

[Finkle-Perazzo et al., 2011] Finkle-Perazzo D, Jetha N. Online resources to enhance decision-making in public health // Chronic diseases and injuries in Canada, 2011. –Vol.31. Is.4. –pp.172-175.

[Zhang et al., 2015] Zhang D., Chen X., Yao H. Development of a Prototype Web-Based Decision Support System for Watershed Management // Water, 2015. № 7. –pp. 780-793.

[Горнов и др., 2006] Горнов А.Ю. Разработка информационно-вычислительной системы для экспертной поддержки пользователей математических пакетов при численном решении задач оптимального управления / А.Ю. Горнов, Т.С. Зароднюк // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – ИрГУПС. – 2006. – №1. – С. 114–119.

AN APPROACH TO ORGANIZATION OF INTEGRATED SUPPORT OF THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT DSS IN WEAKLY FORMALIZED DOMAINS

Zagorulko G.B. *, Zagorulko Yu.A. *

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

gal@iis.nsk.su

zagor@iis.nsk.su

The paper presents the approach to organization of an integrated support of developers of intelligent decision support systems in weakly formalized domains. In accordance with the approach such support includes the levels: conceptual, information and component. The conceptual level is provided by the ontology of decision support (DS). Others levels are based on this ontology. The information level is supported by online Internet resource presenting information about DS domain systematized in accordance with the ontology. The component support is provided by the library which contains implementations of DS methods systematized and described in accordance with the ontology.

This work is supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant № 16-07-00569 “Methods and tools for integrated support the development of intelligent DSS in weakly formalized domains based on service-oriented approach and Semantic Web technologies”.