

УДК 002.53:004.89

В.В. Разин, А.Ф. Тузовский

Анализ ситуаций с применением семантических технологий

Рассматривается применение технологий Semantic Web в системах автоматизированного анализа ситуаций. Предлагается общая схема системы анализа ситуаций с применением семантических технологий.

Ключевые слова: онтология, OWL, ситуационное управление, анализ ситуаций.

Введение

Анализ ситуаций является одной из основных задач ситуационного управления. Автоматизация анализа ситуаций позволяет выявлять ситуации, которые интересуют конечного пользователя. Для выполнения анализа требуется определить язык описания ситуаций и сформировать алгоритм выявления искомых ситуаций. В работе [1] предлагается использовать логические модели для описания ситуаций и работы с ними. В настоящее время в рамках концепции Semantic Web активно развиваются семантические технологии, использующие специальный вид семантических моделей – онтологии.

В рамках данной работы описывается подход к анализу ситуаций, основанный на применении семантических технологий.

Общее описание подхода

Основной идеей предлагаемого подхода является разработка онтологий для описания ситуаций и использования продукционных правил для их анализа.

Онтология – модель предметной области, состоящая из множества понятий, множества экземпляров понятий и множества отношений (свойств). Отношения могут быть как объектными (связывающими понятия и их экземпляры друг с другом), так и литеральными (атрибутами понятий и экземпляров). Множество понятий и отношений между ними определяют общую схему хранения данных, представленных как множество утверждений об экземплярах понятий, или аксиом онтологии. Эти утверждения, или триплеты, имеют вид «субъект–предикат–объект». Основными языками, при помощи которых описываются онтологии, являются стандартизированные консорциумом W3C языки RDF [2] и OWL [3].

Описание ситуации при помощи онтологий предлагается разделять на две части. Первая часть – базовая онтология ситуаций, описывающая абстрактную ситуацию. Вторая часть – онтология, описывающая конкретную предметную область, в которой требуется отслеживать возникновение некоторого множества ситуаций. Онтология предметной области в этом случае будет являться надстройкой над базовой онтологией и содержать понятия, наследующие её понятиям. Исходные данные, поступающие в систему с датчиков, при этом преобразуются в экземпляры понятий онтологии предметной области и отношения между ними. Искомые ситуации в этом случае определяются как специальные отношения более высокого уровня, чем отношения, полученные преобразованием исходных данных.

Для определения этих отношений можно использовать продукционные правила вида «если... то...». Набор правил, задаваемых пользователем, загружается в систему логического вывода, которая на основе содержащихся в онтологии утверждений создаёт согласно этим правилам новые экземпляры отношений более высокого уровня, соответствующие искомым ситуациям.

Продукционные правила можно задавать в виде правил как прямого, так и обратного логического вывода. В первом случае система логического вывода работает «от фактов к цели», применяя к содержащимся в онтологии данным все допустимые правила до тех пор, пока эти правила возможно применять (пока есть данные, соответствующие блоку «если» правила). В случае обратного логического вывода система вывода действует, исходя «от цели» правила. Для каждого из элементов блока «если» в онтологии ищутся соответствующие ему утверждения, либо, если существуют правила, в которых этот элемент стоит в блоке «то», обратный вывод рекурсивно применяется к этим правилам. Зачастую при задании системы продукционных правил комбинируются оба эти подхода. Для задания наборов правил можно использовать такие стандартизированные языки описания продукционных правил для машин вывода на онтологиях, как SWRL [4] или RIF [5].

В качестве базовой онтологии, описывающей абстрактную ситуацию, можно использовать онтологию, предложенную в работе [6] (рис. 1).

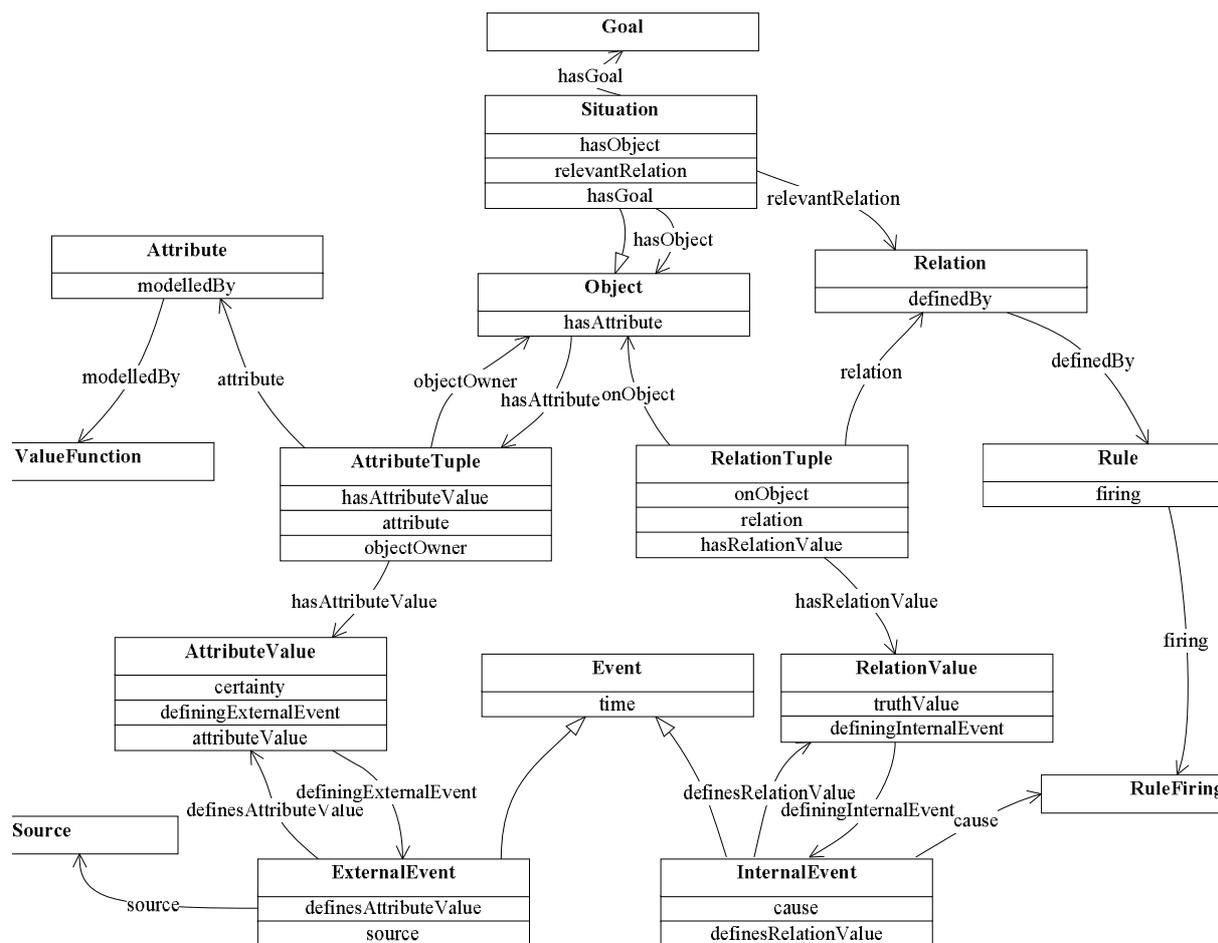


Рис. 1. Общая онтология описания ситуации

Основным понятием данной онтологии является ситуация (Situation), которая состоит из объектов (Object), отношений (Relation) и цели (Goal) (отслеживаемых отношений или объектов). Объекты имеют кортежи атрибутов AttributeTuples, которые связаны с конкретными атрибутами Attributes и коллекциями атрибутов AttributeValues, определенных в соответствии с внешними событиями ExternalEvents. Отношения создаются за счет кортежей атрибутов RelationTuples, связывающих пары объектов со значениями отношений RelationValues, которые определяются в результате срабатывания правил Rules.

Общая структура системы анализа ситуаций с использованием семантических технологий приведена на рис. 2.

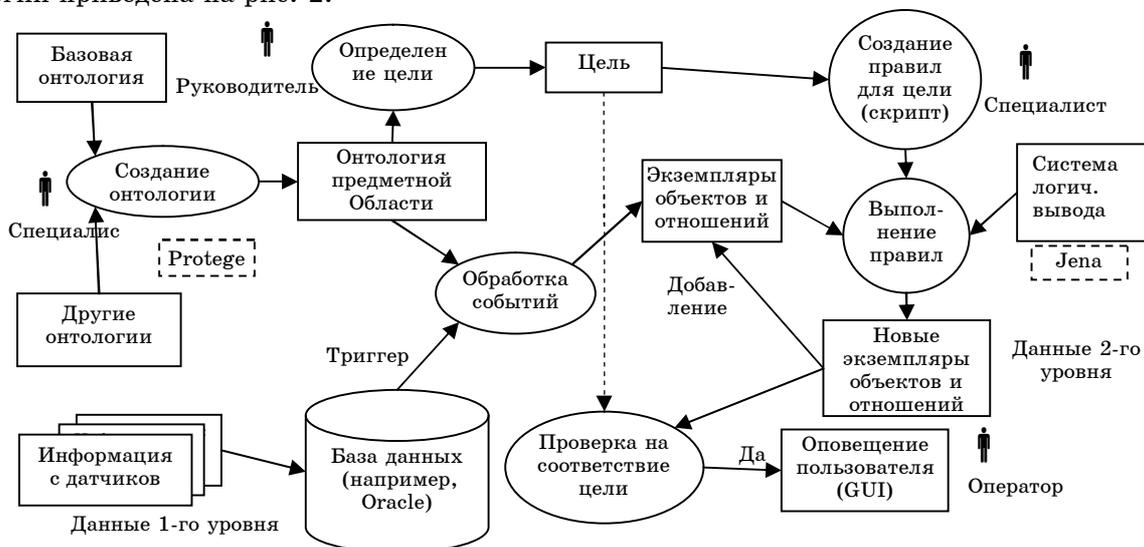


Рис. 2. Общая схема системы анализа ситуаций

На данном рисунке прямоугольники обозначают представление информации, а овалы представляют процессы преобразования этих представлений из одной формы в другую. Процессы, у которых не показан символ \uparrow , могут быть полностью автоматизированы, в то время как другие процессы (рядом с которыми стоит символ \uparrow) требуют вмешательства человека. Тем не менее работа человека в этих процессах может быть значительно облегчена за счет разработки более интеллектуальных инструментов. Прямоугольники, показанные пунктиром, содержат название свободно распространяемых программных компонент, которые могут использоваться при создании прототипа системы анализа ситуаций.

Предлагаемый подход был испытан на примере задачи анализа трафика телекоммуникационной сети с целью выявления замкнутых групп общения пользователей. Разработанный прототип системы анализа ситуаций был успешно испытан на массиве тестовых данных объемом более 1 млн записей.

Заключение

Семантический подход к анализу ситуаций позволяет эксперту или группе экспертов описать при помощи единого стандартизованного языка общую модель исследуемой предметной области и задать способ обработки исходных данных, поступающих в онтологическую модель в виде экземпляров понятий, в виде используемого системой набора продукционных правил.

Применение семантических технологий в системах анализа ситуаций позволяет, с одной стороны, обеспечить гибкость модели объекта управления как в описании его структуры, так и в наборе правил его поведения, и предоставить группе экспертов возможность вносить в неё свои знания и, с другой стороны, сохранить возможность автоматизированной обработки массивов данных нижнего уровня, поступающих с датчиков. Онтологическое описание предметной области и метода обработки исходных данных при помощи стандартизованных консорциумом W3C языков позволяет говорить о высокой масштабируемости подобного решения.

Литература

1. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с.
2. RDF Primer. W3C Working Draft. Edited by F. Manola and E. Miller, 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-primer> (дата обращения: 16.11.2010).
3. Web Ontology Language OWL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.w3.org/2004/OWL/> (дата обращения: 16.11.2010).
4. SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.w3.org/Submission/SWRL/> (дата обращения: 16.11.2010).
5. Rule Interchange Format. RIF Working Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://www.w3.org/2005/rules/wiki/RIF_Working_Group (дата обращения: 16.11.2010).
6. An Application of Semantic Web Technologies to Situation Awareness / Christopher J. Matheus, Mięczyślaw M. Kokar, Kenneth Baclawski, Jerzy A. Letkowski [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.90.1270&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 16.11.2010).

Разин Владимир Викторович

Аспирант каф. оптимизации систем управления Института кибернетики НИТПУ
Тел.: (382-2) 46-52-23
Эл. почта: mooonbreeze@sibmail.com

Тузовский Анатолий Федорович

Д-р техн. наук, профессор каф. оптимизации систем управления НИТПУ
Тел.: (382-2) 42-14-85
Эл. почта: tuzovskyaf@tpu.ru

Razin V.V., Tuzovsky A.F.

An analysis of situations with the use of semantic technologies

In the paper, an application of Semantic Web technologies in automated systems of the situation analysis is considered. A general scheme of the situation analysis system, which uses the semantic technologies, is suggested.

Keywords: ontology, OWL, situational control, situation analysis.