

УДК 519.7

ОНТОЛОГИЯ И АНИМАЦИЯ ПРЕЦЕДЕНТОВ

В.Н. Кучуганов*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, Ижевск, Россия
kuchuganov@istu.ru*

Аннотация

В работе описана мета-онтология, предназначенная для накопления, классификации, контроля и поиска прецедентов, представляющих экземпляры конкретных ситуаций и сценариев, которые возникают при практической деятельности в той или иной предметной области. Особенностью онтологий, создаваемых на её основе, является наличие прагматических – алгоритмических, геометрических, предикатных, графовых – моделей понятий, с помощью которых, дополнительно к средствам логического вывода, можно осуществлять «анимацию» прецедентов для визуального контроля и поддержки принятия решений. Алгоритмические модели могут быть заданы формулой, программой, анимационным файлом в формате GIF. Геометрические модели задаются файлами в форматах XML, SVG, JPG и др. Графы также могут быть заданы в формате XML и ему подобных. Предикатные модели – это логические выражения, задаваемые в строковом виде. В результате синтаксического и семантического анализа текста формируется прагматическая семантическая модель, которая отображает атрибутивный граф ситуации или сценария. В этом графе вершинами являются предметы, процессы и отношения, а рёбрами – связи между ними. Описаны эксперименты с использованием системы Protege для разработки онтологий.

Ключевые слова: онтология, прецедент, прагматика, исполняемая модель, анимация.

Цитирование: Кучуганов, В.Н. Онтология и анимация прецедентов / В.Н. Кучуганов // Онтология проектирования. – 2016. – Т.6, №3(21). – С. 287-296. – DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-287-296.

Введение

Онтологии прецедентов используются в различных предметных областях (ПрО) для информационного обеспечения систем поддержки принятия решений (СППР). Ризонеры (reasoners) – «рассуждатели», основанные на дескрипционных (описательных) логиках, осуществляют контроль корректности определений, классификацию понятий, поиск экземпляров и прочие контрольные функции.

Одной из мощных стратегий поиска решений в системах искусственного интеллекта является моделирование рассуждений на основе опыта, накопленного системой. Это могут быть решения, модели, экспертные правила. Наиболее простым и понятным путём кажется поиск в базе знаний подходящих прецедентов и использование их в текущих ситуациях – Case-based Reasoning (CBR). Это позволяет ускорить решение, избавиться от предыдущих ошибок. К недостаткам подхода, основанного на CBR, относят [1] необходимость большой базы данных прецедентов, что снижает производительность системы, а также проблемы с определением критериев идентификации и сравнения случаев.

В существующих системах рассуждений на прецедентах ситуация представлена в виде совокупности атрибутов. В процессе их сопоставления сравниваются значения всех атрибутов и вычисляется вероятностная либо нечёткая мера подобия. После этого формируется решение [2]. К недостаткам такого подхода следует отнести слабую структурированность описаний ситуаций, что ведёт к потере выразительности для анализа семантики отношений и

недостаточной конкретности решений. Во многих задачах требуется учитывать различные виды и значения отношений между участниками ситуации.

L.K. Branting [3] для моделирования рассуждений по аналогии в юридической практике предлагает редуционно-графовую модель юридического прецедента, в которой вершинами служат предикаты (высказывания), а ребрами – семантические связи между ними. Описанная система GREBE отыскивает в базе структурно-конгруэнтные прецеденты, выполняя поиск отображения с помощью «жадного» алгоритма. Предикаты считаются частично совпавшими, если имеют ближайшего общего предка в таксономической иерархии.

В работе [4] описывается онтология для правовой ПрО. Онтология основывается на текстовом контенте юридических документов. Автоматизация процесса пополнения онтологии является весьма актуальной задачей, способной устранить часть проблем формализации знаний и снизить вероятность появления ошибок, неоднозначностей и противоречий. Авторы применяют обработку естественного языка для построения онтологии документов и нечёткую логику для вычисления сходства между документами и их классификации. Основу предложенного метода составляет набор заданных шаблонов – конструкций, описывающих документы и их содержание. Недостатком метода, на наш взгляд, следует считать узкую предметную специализацию шаблонов.

Важность проблемы визуального представления понятий, хранимых в онтологиях, показывает, например, работа [5], где описывается метод полуавтоматического представления семантики концептов с помощью языка иконок VCM (Visualization of Concept in Medicine) для медицинской онтологии SNOMED CT. Очевидно, языки иконок и другие средства когнитивной графики, применяемые в СППР, существенно повышают наглядность и воспринимаемость терминов и определений в ПрО. С другой стороны, в них как в естественных иероглифических языках постоянно возникает потребность в новых символах.

В данной работе описана мета-онтология, ориентированная на создание баз знаний о процессах и их участниках. Особенностью онтологий, создаваемых на её основе, является наличие прагматических – алгоритмических, геометрических, предикатных, графовых – моделей понятий, с помощью которых, дополнительно к средствам логического вывода ризонеров, можно осуществлять «анимацию» прецедентов для визуального контроля. Первый раздел посвящен описанию подхода, во втором разделе предлагается мета-онтология прецедентов, в третьем – описаны эксперименты с использованием системы Protege [6] для разработки онтологий.

1 Описание подхода

Процессные онтологии описывают процесс как совокупность, включающую связанные между собой: сценарий (script), сцену, участников, условия, свойства. Достоинством дескрипционных логик, на которых основываются все онтологические системы, является удобство описания структурированной информации.

Предлагаемая мета-онтология предназначена для накопления, классификации, контроля и поиска прецедентов, представляющих экземпляры конкретных ситуаций и сценариев, которые возникают при практической деятельности в той или иной ПрО.

В нашей онтологии понятия содержат дополнительно геометрические, алгоритмические, предикатные, графовые модели, которые представляют прагматическую компоненту понятий, связывая их с системой воспроизведения (анимации) – исполнительным механизмом так же, как обычный конкретный атрибут связывает понятие с конкретным значением в базе фактов ABox¹.

¹ Часть базы знаний, которая называется системой фактов об индивидах или ABox (от англ. assertional box). *Прим. ред.*

Алгоритмические модели могут быть заданы формулой, программой, анимационным файлом в формате GIF. Геометрические модели задаются файлами в форматах XML, SVG, JPG и др. Графы также могут быть заданы в формате XML и ему подобных. Предикатные модели – это логические выражения, задаваемые в строковом виде. Естественно, такие прагматические модели понятий (ПМП) не могут отобразить всего того, что содержат реальные ситуации и события, например, психологические, эмоциональные и прочие аспекты.

ПМП относятся к категории исполняемых моделей. Они позволяют воспроизводить структуру ситуаций и сценариев, вычислять эффект действий и истинность отношений, а также служат средством визуального контроля прецедентов, правильности их понимания машиной, что очень важно для СППР.

2 Мета-онтология прецедентов

Для описания синтаксиса и семантики ситуаций воспользуемся дескрипционной логикой $ALC(D)$, созданной на основе логики ALC (Attributive Language with Compliments) [7–9]. Логика $ALC(D)$ расширена для моделирования рассуждений не только на «абстрактных» объектах, таких как люди, животные, компании вообще, но и на «конкретных» объектах и их качествах, какие обычно содержатся в базах данных.

Пусть задана некоторая конкретная область D с множеством PN предикатных символов (предикатов, выражений), связывающих абстрактные элементы с конкретными областями значений, например, веса, температуры, скорости.

Пусть также имеются конечные множества символов:

- $CN = \{A_1, \dots, A_n\}$ – атомарные концепты;
- $RN = \{R_1, \dots, R_n\}$ – атомарные роли;
- $AF \subseteq RN$ – атомарные абстрактные атрибуты (концептуальные роли);
- CF – атомарные конкретные атрибуты, связывающие абстрактные атрибуты с конкретными областями существования с помощью предикатов из PN .

Правила конструирования составных концептов задаются индуктивной грамматикой:

- \top , \perp – концепты *истина* и *ложь*;
- $A \in CN$ – атомарный концепт A является концептом;
- если C – концепт, то $\neg C$ (дополнение C) является концептом;
- если C и D – концепты, то $C \sqcap D$, $C \sqcup D$ (пересечение и объединение) являются концептами;
- если C – концепт, $R \in RN$ – роль, то $\exists R.C$, $\forall R.C$ – концепты;
- $\exists [u_1, \dots, u_n].P$ – концепт, в котором составные конкретные атрибуты u_1, \dots, u_n связаны n – местным предикатом $P \in PN$ в конкретной области D .

Здесь $u = f_1 \dots f_k h$, $k \geq 1$ – составной конкретный атрибут, представляющий собой цепочку длиной $k + 1$ из атомарных абстрактных атрибутов $f_i \in AF$ и одного конкретного атрибута $h \in CF$.

Для удобства работы с экспертом ПрО разобьём множество AF атомарных абстрактных атрибутов на два подмножества:

$$AF = PAF \cup EAF,$$

где PAF – собственные качества (Private);

EAF – внешние, ситуативные атрибуты (External).

Собственные качества присущи всякому объекту от природы. По областям науки – это физические, химические и т.п. свойства. Например: *иметьВес*, *иметьПлотность*, *иметьСкорость*, *иметьДлительность*, *иметьСтоимость*.

Ситуативные атрибуты дают дополнительные характеристики объекту, описывая его отношения с внешним окружением, изменяющимся от ситуации к ситуации. Например, *иметьДиплом, иметьДом, иметьЖену, иметьСоседей*.

Мета-концепты процессно-ориентированной онтологии прецедентов задают синтаксис и семантику конструкторов концептов, которые будут входить в классы составных понятий онтологии, опирающейся на прагматику ПрО.

В качестве базового концепта введём абстрактное непустое конечное (в общем случае бесконечное) множество *Thing* сущностей, охватывающее все атомарные концепты *CN*:

$$CN \subseteq Thing.$$

Мета-концепт Предмет выделяет из всевозможных индивидов множество индивидов, отображаемых геометрической моделью (чертеж, изображение, кинематическая схема, карта, трёхмерная геометрическая модель, экранная форма, бланк, и т.п.), имеющих собственные качества и внешние ситуативные атрибуты и обладающих способностью (для искусственных предметов можно считать назначением) принимать участие в каких-либо определённых действиях:

$$Subject \equiv Thing \sqcap \exists hasModel.GModel \sqcap \exists hasQuality.PAF \sqcap \exists hasAttribute.EAF \\ \sqcap \exists hasAppointment.Action.$$

Замечание 1. Здесь только геометрические модели и собственные качества предмета ограничены конкретными областями. Ситуативные атрибуты могут быть ограничены количеством существующих связей соответствующего типа.

Между собой предметы различаются геометрическими моделями, собственными качествами и внешними атрибутами, зависящими от назначения (искусственные предметы), либо наоборот, они находят то или иное применение благодаря присущим им качествам (природные объекты).

Типичные аксиомы вложенности для предметов:

$$КухонныйСтол \sqsubseteq Стол, \quad Стол \sqsubseteq Мебель.$$

Концепт-предмет описывает категорию таких объектов, которые существуют в статике, т.е. не изменяются (в определённых пределах) на протяжении отрезка времени, рассматриваемого в задаче, в отличие от ниже описываемых процессов, которые существуют в динамике.

Мета-концепт Процесс. Как уже сказано, процессы существуют в динамике. В ходе процесса всегда что-то изменяется. А именно, меняются качества, в том числе, пространственные характеристики объектов. Например, старение, нагревание, перемещение.

В отличие от предметов, процессы имеют алгоритмическую модель (формула, алгоритм, программа). Назначением процесса является изменение чего-либо, т.е. собственно процесс как таковой:

$$Process \equiv Thing \sqcap \exists hasModel.AModel \sqcap \exists hasQuality.PAF.$$

Мета-концепт Отношение. В логике ALC определяют двуместные и *n* – местные отношения как роли двух или более понятий в некоторых связках. Для наглядности онтологии и удобства работы с ней полезно предопределить типовые семантические категории отношений между экземплярами в исследуемой ПрО.

Определим метаконцепт отношения следующим образом:

$$Relation \equiv Thing \sqcap \exists hasModel.PModel \sqcap \exists hasType.TypeR \sqcap \exists hasQuality.PAF \\ \sqcap \exists (\geq 2 hasAttribute.EAF).$$

В интерпретации это означает существование отношения *TypeR* между экземплярами, указанными в ситуативных атрибутах *hasAttribute*, которое (отношение) имеет конкретное значение *hasQuality*. Отношение имеет предикатную модель – высказывание, записанное на естественном языке или в терминах логики предикатов 1-го порядка.

Выделим следующие категории отношений, актуальные (на наш взгляд) для моделирования в СППР [10].

Бинарные:

- принадлежность (\in) предмету, процессу, классу, множеству;
- положение (\uparrow) экземпляра в пространстве предмета, сцены относительно другого экземпляра;
- следование (\rightarrow) во времени относительно события, процесса;
- каузальность (\Rightarrow) – причинно-следственные связи;
- сравнение ($<$, $=$, $>$) значений свойств;
- толерантность ($//$);
- сопутствие ($@$) – сосуществование (accompanies) экземпляров, принадлежащих разным классам, например, *стул @ стол*;
- процессуально-ролевые (?) – кто? кому? что? для чего? где? когда? как? и т.д..

Отношения на графах:

- родство (T) – степень удалённости друг от друга двух экземпляров в родовидовом дереве;
- сопоставление (\equiv , \cong) математических моделей, в частности, графов.

Унарные отношения преобразования $R \rightarrow R'$:

- отрицание (\neg);
- абстрагирование (\downarrow) – игнорирование некоторых атрибутов.

В свою очередь, классы отношений могут быть разбиты на подклассы. Например, процессуально-ролевые: *бытьИсполнителем*, *бытьИнструментом*, *бытьСубъектомВоздействия*.

Таким образом, сущности-отношения $\text{Relation} \sqsubseteq \text{Thing}$, как и другие категории сущностей, обладают моделью и свойствами.

Замечание 2. Мета-концепт Relation не заменяет собой традиционный способ описания отношений. С одной стороны, логики с операциями над ролями и аксиомами для ролей, образующих базу RBox , позволяют осуществлять логический анализ и моделирование рассуждений на отношениях, с другой – мета-концепт Отношение , рассматривая отношения как разновидность сущностей реального мира, даёт возможность хранить и обрабатывать их так же, как и другие сущности.

Составной объект – предмет или процесс – имеет состав (дерево вложенности) и схему соединений (пространственный граф):

$$\text{CompositionSubj} \equiv \text{Subject} \sqcap \exists \text{hasTreeCompos.TreeCompos} \sqcap \exists \text{hasScheme.Graph} \\ \sqcap \exists \text{hasQuality.PAF} \sqcap \exists \text{hasAttribute.EAF};$$

$$\text{CompositionProc} \equiv \text{Process} \sqcap \exists \text{hasTreeCompos.TreeCompos} \sqcap \exists \text{hasScheme.Graph} \sqcap \\ \exists \text{hasQuality.PAF} \sqcap \exists \text{hasAttribute.EAF}.$$

Мета-концепт Действие связывает процесс и систему процессуально-ролевых отношений с участниками:

$$\text{Action} \equiv \text{Process} \sqcap \exists \text{hasPrecondition.Relation} \sqcap \exists \text{hasPostcondition.Relation} \sqcap \exists \text{hasActor.Subject} \sqcap \exists \text{hasRecipient.Subject} \sqcap \exists \text{hasObject.Subject} \sqcap \exists \text{hasTool.Subject} \sqcap \dots$$

Здесь моделью действия служит алгоритмическая модель процесса. Участниками действия являются:

- актер (исполнитель);
- бенефициант – заказчик, в чьих интересах выполняется действие, работа;
- реципиент – приемник действия (например, "Вася даёт яблоко Кате", реципиент – Катя);
- предмет воздействия: исходный/результатирующий (в приведённом примере – яблоко);

- сцена действия;
- инструмент;
- коагент (соисполнитель);
- эффект и т.д.

На рисунке 1 показана начальная онтология процессных прецедентов, созданная в системе для разработки онтологий Protege.

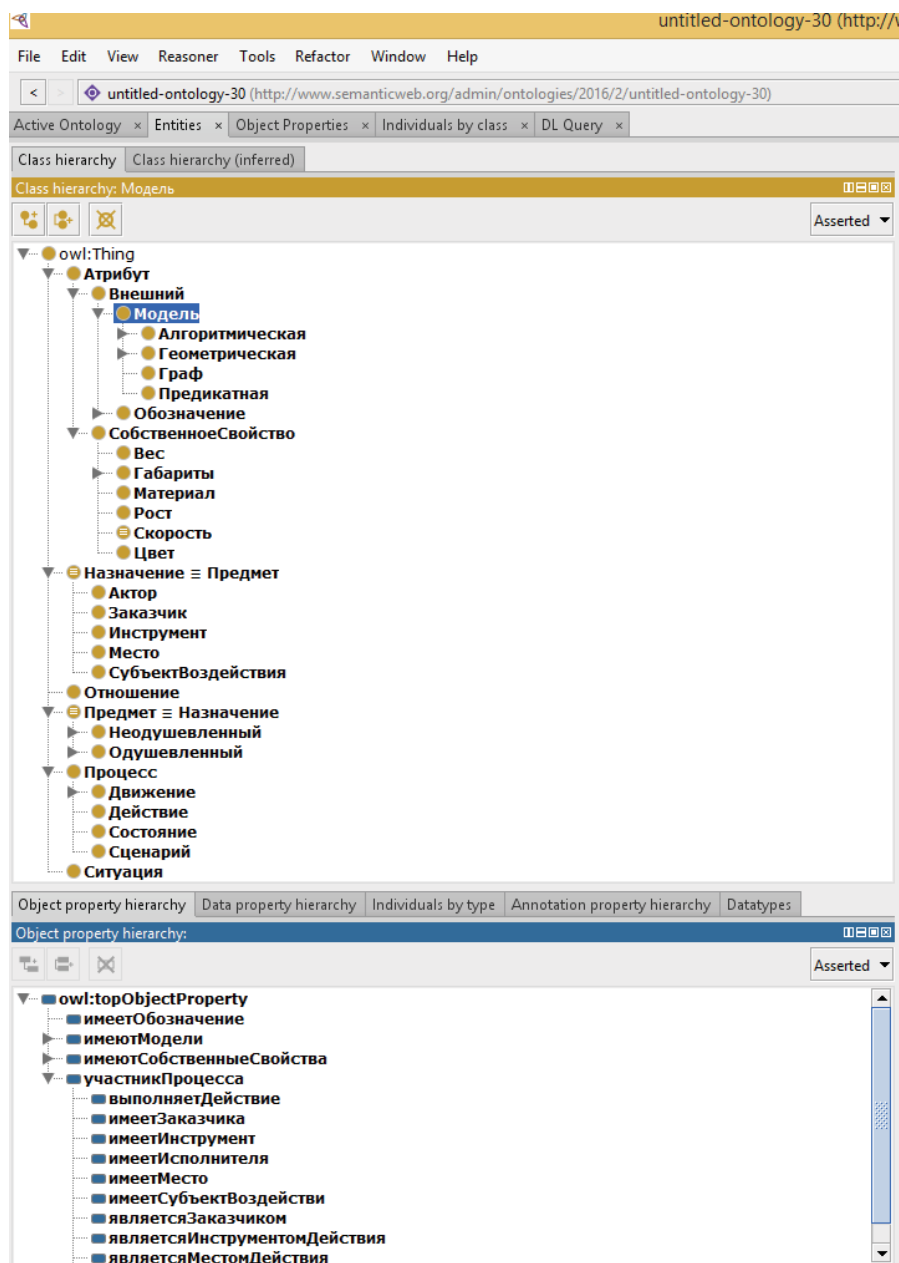


Рисунок 1 – Начальная онтология процессных прецедентов в системе Protege

Интерпретация действия как системы зависимостей показывает, что результат и эффективность процесса существенным образом зависят от участников действия. Например: «Измеряй микрометром, отмечай мелом, руби топором»². В упрощённой естественной интерпре-

² Физики шутят. Под общей редакцией В.Турчина: Мир. – М., 1966.

тации в результате действия где-то что-то убывает, где-то что-то прибывает (почти по М. Ломоносову).

Ситуация рассматривается как совокупность состояний предметов, процессов, отношений, где состояние – это совокупность значений их параметров в некоторый момент или отрезок времени.

Мета-концепт Ситуация задаёт конструкцию концептов, определяющих множества конкретных ситуаций как сущность, моделью которой может служить атрибутивный граф, а общими характеристиками – атрибуты:

$$Situation \equiv Thing \sqcap \exists hasModel.Graph \sqcap \exists hasQuality.PAF \sqcap \exists hasAttribute.EAF.$$

Мета-концепт Сценарий – это упорядоченная во времени совокупность ситуаций, пересекающихся по составу участников:

$$Scenario \equiv Process \sqcap \exists hasModel.Graph \sqcap \exists hasQuality.PAF \sqcap \exists hasAttribute.EAF.$$

Для удобства поиска в список атрибутов рекомендуется выносить основных участников (исполнители, место).

3 Эксперимент

Рассмотрим высказывание «Маленький мальчик медленно шёл по лесу и увидел девочку, которая собирала грибы».

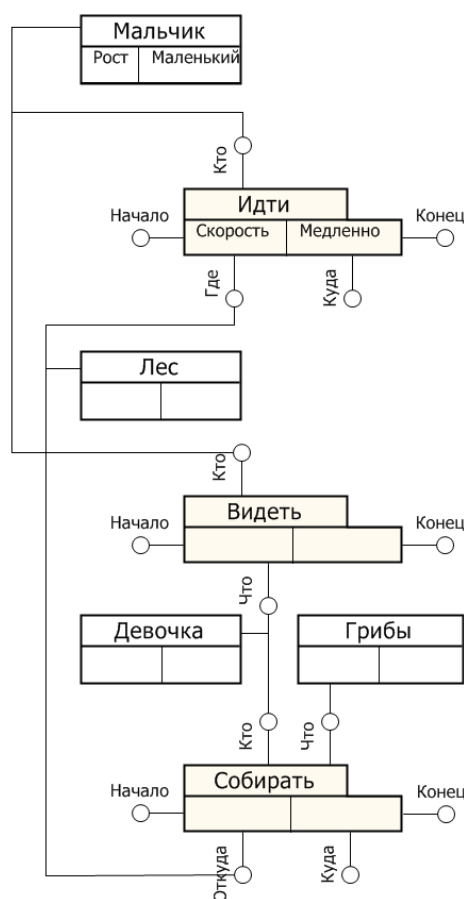


Рисунок 2 – Прагматическая семантическая модель высказывания

В результате синтаксического и семантического анализа мы получаем прагматическую семантическую модель сценария (рисунок 2) в нотации СеМС [10], которая визуально отображает атрибутивный граф сценария. В этом графе вершинами являются предметы, процессы и отношения (с их атрибутами) в соответствии с вышеописанной мета-онтологией, а рёбрами – связи между ними.

При передаче информации о высказывании в онтологию прецедентов рассуждатель системы отыскивает в таксономии классов экземпляр прагматической модели ближайшего общего предка и показывает его пользователю. Если нет релевантных экземпляров, то их нужно создать и записать в раздел фактов онтологии в качестве экземпляров соответствующих понятий – предметов, действий, сценариев, либо удовлетвориться теми, которые найдены. Для действий и сценариев наиболее адекватны GIF анимации, но их создание более затратно. Требуемая степень визуальной релевантности зависит от назначения онтологии прецедентов. Если нужно лишь убедиться, что прецедент воспринят машиной правильно, достаточно иметь изображения и анимации только на старших уровнях иерархий.

На первых этапах жизненного цикла прецедентной онтологии при визуализации прецедента система может показать лишь изображения абстрактных предметов, например, мальчика, девочку, лес, грибы и действий идти, собирать. По мере накопления информации, система показывает сочетания, состоящие из большего количества компонентов в соответствии с содержанием прецедента. В общем случае, мы получаем но-

вые экземпляры сценария, действий, участников. В данном примере, какими бывают мальчик, девочка, что они могут делать.



Маленький мальчик идет на лесной дороге— Photo by Jim_Film

а)³



Девушка собирает грибы
© Андрей Ярославцев / Фотобанк Лори

б)⁴



Рисунок 3 – Визуализация прецедента автоматически найденными изображениями



Рисунок 4 – Анимация прецедента «Девочка танцует» (*.gif, источник: <http://umors.net/photo/26-0-1864>)

На рисунках 3, 4 показаны найденные в базе знаний изображения «Мальчик идёт по лесу», «Девушка собирает грибы» и GIF анимация «Девочка танцует».

Заключение

В отличие от задачи поиска картинок по ключевым словам, где изображения аннотируются при их записи в базу данных, здесь представлен один из возможных подходов к организации визуального контроля прецедентов, предназначенных для задач моделирования рассуждений на основе прецедентов, выявления сходства и отличий в ситуациях и сценариях, извлечения знаний о действиях и участниках.

Способы визуализации понятий и прецедентов включают диаграммы, графические схемы, рисунки, фотографии, фильмы, анимации. Это важно для понимания и человеко-

³ Яков Филимонов, Фотобанк Лори, <https://lori.ru/1370884>

⁴ Андрей Ярославцев, Фотобанк Лори, <https://lori.ru/1054980>

машинного общения. Распространение терминологических онтологий в различных областях образования, науки, бизнеса вновь привлекло внимание исследователей к технологиям пиктограмм, иконок, визуализации, которые благодаря сети Интернет позволяют в глобальном масштабе обмениваться информацией в наглядной, легко воспринимаемой форме.

Предложенный подход, основывающийся на прагматических моделях понятий, в том числе представляющих ситуации и сценарии, даёт возможность интерпретировать их в исполняемые коды, визуально и формально оценивать корректность и эффект.

В дальнейшем планируется повысить степень автоматизации при автозаполнении онтологий прецедентов, попытаться генерировать анимационные файлы, основываясь на прагматических моделях понятий и экземпляров.

Благодарности

Исследование выполнено при частичной поддержке Госзадания Минобрнауки РФ, Проект № 625.

Список источников

- [1] *Luger, G.F.* Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving, 6th edn, Addison-Wesley, New York, 2008.
- [2] *Recio-García J.A., González-Calero P.A., Díaz-Agudo B.* jcolibri2: A framework for building Case-based reasoning systems. *Science of Computer Programming* 79, 1, 2014, pp.126–145.
- [3] *Branting, L.K.* A reduction-graph model of precedent in legal analysis // *Artificial Intelligence* 150, 1–2, 2003, pp.59–95.
- [4] *Валькман, Ю.П.* Проектирование онтологии для правовой предметной области на основе текстового контента с использованием нечеткой логики / Ю.П. Валькман, Е.А. Хала // *Онтология проектирования*. – 2014. – №2(12). С. 19-39.
- [5] *Lamy J.B., Tsopra R., Venot A., Duclos C.* A semi-automatic semantic method for mapping SNOMED CT concepts to VCM Icons. *Stud Health Technol Inform*, 2013, 192:42-6.
- [6] Protégé. URL:<http://protege.stanford.edu/products.php> (Дата обращения: 10.05.2016).
- [7] *Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., Patel-Schneider P.F.* (editors), *The Description Logic Handbook*, Cambridge University Press, 2003.
- [8] *Lutz C.*, Description Logics with Concrete Domains - A Survey, In P. Balbiani, N.-Y. Suzuki, F. Wolter, M. Zakharyashev (editors), *Advances in Modal Logics*, 4, King's College Publications, 2003.
- [9] *Золн, Е.* Дескрипционная логика (лекции). <http://lpcs.math.msu.su/~zolin/dl/>
- [10] *Кучуганов, В.Н.* Элементы теории ассоциативной семантики / В.Н. Кучуганов // *Управление большими системами*. Выпуск 40. – М.: ИПУ РАН, 2012. С. 30-48.

ONTOLOGY AND ANIMATION OF PRECEDENTS

V.N. Kuchuganov

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia
kuchuganov@istu.ru

Abstract

The paper describes a meta-ontology, designed for accumulating, classifying, controlling and retrieving precedents, representing instances of specific situations and scenarios, which arise in practical activity in a particular domain. A feature of ontologies, created on its basis, is the presence of pragmatic – algorithmical, geometrical, predicate, graph – models of concepts, with help of which, in addition to logical inference means, it is possible to carry out "animation" of cases for visual control and decision making support. Algorithmical models can be specified by a formula, a program or

an animation file in the GIF format. Geometrical models are specified by files in the formats XML, SVG, JPG, etc. Graphs are also can be specified in the format XML and similar ones. Predicate models are logical expressions, specified in a string form. In the result of syntactic and semantic analysis of a text we get a pragmatic semantic model, which represents an attributed graph of a situation or a scenario. In this graph vertices are things, processes and relations, while edges are connections between them. Experiments with the use of the system Protégé for developing ontologies are provided.

Key words: *ontology, precedent, pragmatics, executable model, animation.*

Citation: *Kuchuganov VN.* Ontology and animation of precedents [In Russian]. *Ontology of designing.* 2016; 6(21): 287-296. DOI: 10.18287/2223-9537-2016-6-3-287-296.

References

- [1] *Luger GF.* Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving, 6th edn, Addison-Wesley, New York, 2008.
- [2] *Recio-García JA, González-Calero PA, Díaz-Agudo B.* jcolibri2: A framework for building Case-based reasoning systems. *Science of Computer Programming* 79, 1, 2014, 126–145.
- [3] *Branting LK.* A reduction-graph model of precedent in legal analysis, *Artificial Intelligence* 150, 1–2, 2003, 59–95.
- [4] *Valkman IR, Hala CA.* Ontology design based on the text content with fuzzy logic for legal domain [In Russian], *Ontology of Designing.* 2014; 2(12): 19–39.
- [5] *Lamy JB, Tsopra R, Venot A, Duclos C.* A semi-automatic semantic method for mapping SNOMED CT concepts to VCM Icons. *Stud Health Technol Inform,* 2013, 192:42-6.
- [6] Protégé. Source: (<http://protege.stanford.edu/products.php>).
- [7] *Baader F, Calvanese D, McGuinness D, Nardi D, Patel-Schneider PF.* (editors), *The Description Logic.* Handbook, Cambridge University Press, 2003.
- [8] *Lutz C.* Description Logics with Concrete Domains - A Survey, In P. Balbiani, N.-Y. Suzuki, F. Wolter, M. Zakharyashev (editors), *Advances in Modal Logics,* 4, King's College Publications, 2003.
- [9] *Zolin E.,* Description Logic (lectures) [In Russian]. Source: (<http://pcs.math.msu.su/~zolin/dl/>).
- [10] *Kuchuganov VN.* Elements of associative semantic theory [In Russian], *Large-Scale Systems Control* 40, 2012, 30–48.

Сведения об авторе



Кучуганов Валерий Никонорович, 1942 г. рождения. ФГБОУ ВО Ижевский государственный технический университет имени имени М.Т. Калашникова, д.т.н. (1993), профессор кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Область научных интересов: онтологии и инженерия знаний, моделирование рассуждений на основе прецедентов, контекстный поиск изображений.

Valery Nikonorovich Kuchuganov (b. 1942), Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Department of Automated Data Processing and Control Systems, Doctor of Engineering Sciences, Professor. His research interests include ontologies and knowledge engineering, modeling of reasoning on the base of precedents, and content-based image retrieval.