

УДК 004.5

А. Н. Виноградов, Н. А. Власова, Е. П. Куршев,
А. В. Подобрыв, Е. А. Сулейманова

Особенности пользовательского интерфейса редактора онтологий¹

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются вопросы визуализации содержимого онтологий. Предлагаются некоторые идеи, реализация которых в графическом пользовательском интерфейсе облегчит трудоемкие процедуры, связанные с конструированием и поддержкой онтологии.

Ключевые слова и фразы: онтология, визуализация, пользовательский интерфейс.

Введение

Постоянно возрастающий объем неструктурированной информации и повышающаяся сложность информационных объектов в информационно-аналитических системах делают проблему визуального представления информации в удобной для восприятия пользователем форме особенно актуальной. На сегодняшний день одним из наиболее востребованных способов структурирования накопленных знаний являются онтологии, представляющие собой формальное описание терминов предметной области и отношений между ними. Структуризация знаний с помощью онтологий позволяет сделать модель предметной области более наглядной и простой для понимания, так как обеспечивает очень мощный и гибкий способ для агрегирования, нормализации и визуализации обрабатываемой информации [1].

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (госконтракт № 14.514.11.4101)

Важным аспектом использования онтологий является адекватная и понятная пользователю визуализация. Существуют различные подходы к визуализации онтологий, например визуализация иерархическим списком [2], основными преимуществами которого являются простота реализации и привычность для пользователя, поскольку такой же подход используется в многочисленных файловых браузерах. Общеизвестным инструментом, обеспечивающим понимание больших объемов абстрактной информации (в части визуализации и навигации по иерархическим структурам большого объема), является визуализация информации с применением графовых моделей [3]. Графовый подход предоставляет множество преимуществ в использовании как для разработчика онтологий, так и для конечного пользователя. Представление онтологии в виде графа даёт простой ориентированный граф с циклами, где понятия онтологии задаются вершинами, а отношения между понятиями — дугами графа. Такой подход обеспечивает удобство представления и наглядность визуализации информации. Ещё одним преимуществом графовой модели является наличие развитой теории, позволяющей использовать огромное количество готовых эффективных алгоритмов работы с графами. Кроме того, представление структурированной информации в виде графа облегчает усвоение этой информации человеком.

При визуализации онтологии с применением графового подхода можно выделить ряд подзадач: представление онтологии в форме графа, задача раскладки графа, расчёт размера поля, на котором отображается разложенный граф и, собственно, задача визуализации с помощью графического API (размещение надписей, стилей и прочих отображаемых элементов), а также реализация интерактивных средств управления визуализируемой моделью онтологии.

Для решения задачи раскладки графа в системе ИСИДА-Т [4], [5] используется модификация предложенного Сугиямой [6] алгоритма для генерации иерархического представления составных графов, являющихся расширением класса кластеризованных гра-

фов [7]. В основе алгоритма Сугиямы лежит довольно простая идея — расположить вершины графа по иерархии, а потом переставить их таким образом, чтобы по максимуму убрать пересечения. Кластеризованный граф — это граф с разбиением вершин на кластеры. При изображении кластеризованных графов область, выделяемая каждому кластеру, называется областью кластера и изображается как простая замкнутая область, которая содержит изображения всех вершин, принадлежащих кластеру. Отношение вложенности ограничивается областями кластеров одного уровня вложенности, при этом не существует ребер, соединяющих вершины разных уровней вложенности. Таким образом, мы получаем координаты вершин графа, представляющего онтологию для его отображения на экране.

Основными задачами визуализации с помощью графового подхода содержимого онтологий вообще и онтологии в системе ИСИДА-Т [8] в частности являются удобство работы с элементами онтологии, наглядность представления, интуитивно понятные возможности построения и редактирования онтологии. Рациональная визуализация элементов онтологии и отношений между ними, возможность гибкого изменения настроек изображения по желанию пользователя лежат в основе эффективной работы со знаниями, представленными в онтологии.

1. Компактное отображение большого количества однотипных элементов

При просмотре содержимого онтологий часто возникает проблема с представлением множества экземпляров некоторых концептов. Например, пользователю необходимо просмотреть или отредактировать экземпляр такого концепта, у которого в рассматриваемой онтологии десятки экземпляров. Это могут быть экземпляры концептов геополитических единиц, организаций, лекарственных препаратов и др. В таком случае при выводе на экран всего множества имеющихся в онтологии экземпляров изображение получается перегруженным (рис. 1), нечитаемым, его очень сложно

редактировать. Как правило, пользователю не нужно представление всех экземпляров на экране, но, с другой стороны, необходима возможность легкой проверки, содержится ли искомым экземпляр в онтологии, возможность вывода на экран требуемого элемента, а также добавления новых элементов и удаления ненужных.

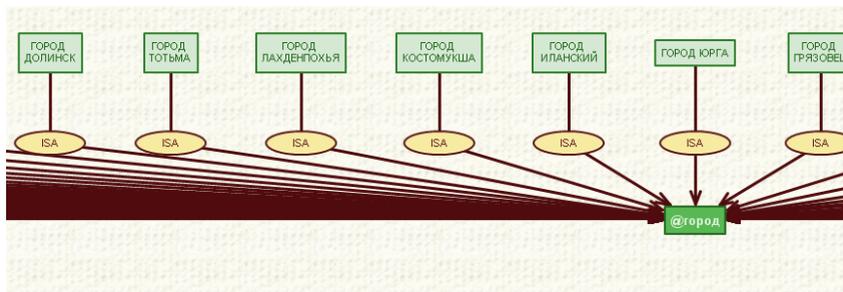


Рис. 1. Представление множества экземпляров концепта @город в онтологии системы ИСИДА-Т

Для визуализации множества экземпляров концепта в текущей рабочей области пользовательского интерфейса предлагается следующая идея. В рабочую область помещается концепт и лишь небольшое число (5–7) первых экземпляров, ранжированных некоторым образом (упорядоченных лексикографически, по времени последнего обращения или по значению какого-либо атрибута, например для концепта @город это может быть «численность населения»).

Остальные экземпляры скрыты, но могут быть выведены в рабочую область. Рассмотрим возможную интерфейсную реализацию этой идеи. В рабочей области размещается специальный элемент интерфейса — скрытый список, обеспечивающий следующие функции (рис. 2):

- вывод информации о количестве экземпляров концепта;
- проверка наличия у данного концепта экземпляра с заданным именем;
- перемещение элемента из скрытого списка в рабочую область.

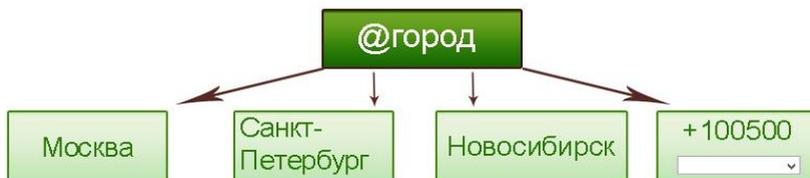


Рис. 2. Рабочая область со скрытым списком

2. История обращений к элементам онтологии

Для удобства работы с представлениями пользователю часто бывает необходимо видеть на графе в первую очередь элементы, с которыми он работал недавно. Наличие такой возможности подразумевает разработку механизма запоминания даты и времени обращения к элементам ресурса знаний. Такой универсальный механизм позволит реализовать идею использования хронологии обращения к элементам ресурса (по аналогии с историей просмотра страниц в браузерах). Это позволит отражать историю работы пользователя, сделать интерфейс ресурса более дружественным и настроить его под каждого конкретного пользователя.

Введем понятие «обращение к элементу знаний». Это понятие охватывает те действия с элементами онтологии, которые будут считаться ключевыми для запоминания системой времени. Будем считать, что имело место обращение к элементу знаний, если пользователь совершал следующие действия:

- создание элемента;
- добавление элемента в представление;
- просмотр (детализация) элемента;
- редактирование элемента;
- построение отношения между данным элементом и другим элементом (элементами).

Недавно добавленные, просмотренные или отредактированные элементы могут выделяться графически — например, за счет упорядочивания, разной интенсивности окрашивания, размера (вер-

шины графа) или толщины (стрелки) — примеры на рисунках 3, 4, 5.



Рис. 3. Граф с отцентрированными по времени элементами представления (последние по времени работы элементы расположены левее)



Рис. 4. Граф представления элементов знаний, в котором последние по времени работы элементы отображаются крупнее



Рис. 5. Граф представления элементов знаний, в котором последние по времени работы элементы выделены интенсивностью окрашивания

Разумеется, понятие «обращение к элементу знаний» не является универсальным. Оно нуждается в дополнительном определении применительно к каждой конкретной онтологии. Кроме того,

требуется классификация действий, включаемых в понятие обращения, которая позволит избежать конфликтов в определении времени обращения к элементам и визуализации фрагментов графа с учетом фактора времени.

Помимо фактора времени, может оказаться полезно учитывать частоту обращения к тому или иному элементу знаний. Наряду со временем частота — это существенный фактор, который показывает, насколько элемент знаний важен в данный момент для пользователя.

3. Концепция рабочего подмножества элементов

Для работы с элементами знаний в онтологиях часто требуется создавать рабочие подмножества элементов. Для работы с элементами подмножества удобно помещать их в «мешок» — особую, выделенную графически область на экране (рис. 6).



Рис. 6. Элементы, помещенные из основного представления в мешок

Основная идея «мешка» — возможность выполнения групповых операций над элементами знаний. Практика создания, пополнения и поддержки ресурса знаний показывает, что наиболее вос-

требуемыми групповыми (массовыми) операциями являются следующие:

- добавление, редактирование и удаление атрибутов;
- смена или добавление родительского элемента;
- удаление элементов;
- создание предметного отношения с заданным элементом.

В больших онтологиях важно иметь декларативные средства для отбора элементов в рабочее множество. Например, отбор вершин по наличию или значению атрибута, отбор потомков или родителей одного и того же элемента.

В связи с тем, что операции над содержимым «мешка» носят массовый характер, необходимо предусмотреть возможность детального просмотра результатов операции и отмены операции, приведшей к нежелательным последствиям.

4. Средства визуального контроля информационной полноты онтологии

Процесс создания и редактирования онтологии пользователем протяжен во времени и включает в себя множество разнородных операций. Это часто приводит к ослаблению концентрации внимания и пропускам обязательной информации, относящейся к элементам знаний. Важно оказывать эксперту помощь в контроле над полнотой уже внесенной информации. Так, полезной представляется возможность подачи визуальных сигналов о разного рода неполноте, например:

- отсутствует обязательный для элемента атрибут;
- не заполнен обязательный для элемента атрибут;
- отсутствует обязательное для элемента отношение;
- у элемента отсутствует словарное соответствие.

Визуально такой «неблагополучный» элемент может быть выделен цветом, мерцанием, дополнительными знаками или иконками (рис.7).



Рис. 7. Дополнительные значки под элементом информируют пользователя о необходимости его редактирования.

Заключение

Несмотря на то, что к сегодняшнему дню разработано значительное количество методов визуализации онтологий, эта проблема всё еще далека от окончательного решения. Главными трудностями на пути разработки универсального метода визуализации онтологий является, наряду со сложностью и большим объемом визуализируемой информации, то, что каждая предметная область имеет свою специфику, и, соответственно, требует применения специализированных методов визуализации. Данная статья не претендует на детальное рассмотрение всех возможных методов построения пользовательского интерфейса редактора онтологии, однако уже сейчас можно констатировать, что одним из главных условий создания успешной подсистемы визуализации является рациональная визуализация элементов онтологии и отношений между ними с возможностью гибкого изменения настроек изображения по желанию пользователя.

Список литературы

- [1] Ermolayev V., Keberle N., Matzke W.-E. *An Ontology of Environments, Events, and Happenings* // 31st Annual International Computer Software and Applications Conference. — N.Y.: IEEE Press, 2008. — p. 539–546.
- [2] Katifori A., Halatsis C., Lepouras G., Vassilakis C., Giannopoulou E. *Ontology visualization methods — a survey* // ACM Comput. Surv., 2007. Vol. 39, no. 4, 38 pp.
- [3] Di Battista G., Eades P., Tamassia R., Tollis I. G. *Graph. Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs*. — Prentice-Hall, 1999. — 397 pp.
- [4] Кормалев Д. А., Куршев Е. П., Сулейманова Е. А., Трофимов И. В. Технология извлечения информации из текстов, основанная на знаниях // Программные продукты и системы, 2009, № 2(86), с. 62–66.
- [5] Куршев Е. П., Сулейманова Е. А., Трофимов И. В. *Роль знаний в системах извлечения информации из текстов* // Программные системы: теория и приложения : электрон. научн. журн. 2012. Т. 3, № 3(12), с. 57–70. URL: http://psta.psiras.ru/read/psta2012_3_57-70.pdf
- [6] Sugiyama K, Misue K. *Visualization of Structural Information: Automatic Drawing of Compound Digraphs* // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1991. Vol. 21, № 4, p. 876–892.
- [7] Gansner E. R., Koutsofios E., North S. C., Vo K.-Ph. *A Technique for Drawing Directed Graphs* // IEEE Trans. Software Eng., 1993. Vol. 19, № 3, p. 214–230.
- [8] Александровский Д. А., Кормалев Д. А., Куршев Е. П., Сулейманова Е. А., Трофимов И. В. Модель и реализация ресурса знаний в системе извлечения информации из текста // Одиннадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008, 28 сентября–3 октября 2008 г., г. Дубна, Россия. Труды конференции. — М. : ЛЕНАНД, 2008.— с. 201–209.

Рекомендовал к публикации

к.т.н. Е.П. Куршев

Об авторах:



Андрей Николаевич Виноградов

Кандидат физико-математических наук. Заместитель руководителя Исследовательского центра искусственного интеллекта ИПС им. А. К. Айламазяна РАН.

e-mail: andrew@andrew.botik.ru



Наталья Александровна Власова

Инженер Исследовательского центра искусственного интеллекта ИПС им. А. К. Айламазяна РАН.

e-mail: nathalie.vlassova@gmail.com



Евгений Петрович Куршев

Кандидат технических наук. Руководитель Исследовательского центра искусственного интеллекта ИПС им. А. К. Айламазяна.

e-mail: epk@epk.botik.ru



Алексей Владимирович Подобрыв

Инженер-программист Исследовательского центра искусственного интеллекта ИПС им. А. К. Айламазяна.

e-mail: alex@alex.botik.ru



Елена Анатольевна Сулейманова

Научный сотрудник Исследовательского центра искусственного интеллекта ИПС им. А. К. Айламазяна РАН, одна из разработчиков технологии построения систем извлечения информации.

e-mail:

yes@helen.botik.ru

Образец ссылки на публикацию:

А. Н. Виноградов, Н. А. Власова, Е. П. Куршев, А. В. Подобряев, Е. А. Сулейманова. *Особенности пользовательского интерфейса редактора онтологий* // Программные системы: теория и приложения: электрон. научн. журн. 2013. Т. 4, № 4(18), с. 33–44.

URL:

http://psta.psir.ru/read/psta2013_4_33-44.pdf

A. N. Vinogradov, N. A. Vlasova, E. P. Kurshev, A. V. Podobryayev, E. A. Suleymanova. *Specifics of ontology editor's user interface.*

ABSTRACT. The paper touches upon ontology contents visualization issues. Several graphic user interface features are suggested to support the painstaking process of ontology construction and maintenance. (*in Russian*)

Key Words and Phrases: ontology, visualization, user interface.