

Визуализация процессов на основе их неформального текстового описания. Прототип системы

А.Н. Петров
Институт математики и механики УРО РАН,
Екатеринбург, Россия
alex_81@inbox.ru

Аннотация

Рассказывается о прототипе системы, предназначенной для построения анимации процесса на основе его неформального текстового описания.

Ключевые слова: *Обработка естественных языков, анимация, семантический анализ.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Данная статья представляет прототип системы генерации анимации процессов на основе их текстового описания. Постановка данной задачи стала результатом решения двух задач на визуализацию биологических процессов. Первая – это визуализация кинетики размножения и мутирования вирусов ЕСНО 11. Основной целью которой было показать соотношение вирусов – мутантов и обычных вирусов с течением времени. Вторая задача – реализация модели рециркуляции кальция при сокращении мышцы. Необходимо было продемонстрировать процесс таким образом, чтобы пользователи смогли усвоить его. В обоих случаях задачи имели чисто прикладной характер и основное их назначение заключалось в демонстрационной составляющей.

В процессе реализации этих задач было решено попытаться унифицировать подход к визуализации такого рода задач. Дело в том что так называемые “науки о жизни” являются наиболее динамично развивающимися на сегодняшний день отраслями знаний. Новые открытия происходят достаточно часто, в тоже время научные работники испытывают потребность в визуализации полученных ими знаний и обмене этой информацией с коллегами. Наряду с этим уровень детализации процессов постоянно меняется и программа написанная для визуализации данного процесса достаточно быстро устаревает. В тоже время держать штат специалистов по визуализации при каждом научном подразделении является непозволительной роскошью. Напрашивается очевидное решение, нужно предоставить ученому инструментарий с помощью которого он сможет сам визуализировать свои открытия.

В результате было принято решение разработать систему визуализации. Ее основное назначение - визуализация процессов (прежде всего ориентируясь на биологические и медицинские) на основе их текстового описания. В идеале система должна представлять интегрированную среду разработки, которая позволяет корректировать результат обработки текста, вводить новые термины в систему, видеть результат работы на неоконченных описаниях процессов.

Для реализации прототипа системы было решено конкретизировать задачу до следующей постановки: разработать прототип, предоставляющий пользователю средства задания поведения на естественном языке для конкретного объекта(ов). Данная постановка дает

возможность разработать базовую архитектуру, изучить вопрос более детально и сделать выводы о необходимости дальнейшего исследования данной темы.

2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Система изначально разрабатывается как модульная, чтобы иметь в дальнейшем возможность простой замены реализаций тех или иных ее блоков. Основными компонентами системы являются: парсер естественного языка, модуль семантической интерпретации и модуль визуализации или интерпретации формального описания анимации. Архитектура представлена на рис. 1. Парсер представляет собой парсер общего назначения, отвечающий за разбор текста, написанного на естественном языке, и представление его в виде синтаксического дерева. Модуль семантической интерпретации получает результирующее дерево и генерирует формальное описание анимации. Наконец модуль интерпретации формального описания анимации исполняет анимацию, используя анимационный модуль, который в нашем случае имеет довольно простой вид для отрисовки не очень сложных объектов. Семантический интерпретатор – это одна из основных частей системы. Он направляет поддерева результирующего дерева в соответствующие подмодули данного модуля.



Рис. 1. Общая архитектура системы

3. ПРИНЦИПЫ ДИЗАЙНА

Система разрабатывается с предположением о том, что она может быть легко расширяема. Модуль семантической интерпретации полностью параметризуется используя файлы конфигурации. Таким образом новая информация специфичная для конкретной предметной области может

быть добавлена в систему через эти файлы конфигурации. Модуль интерпретации формального описания анимации может быть заменен более усовершенствованным в любое время. Система была разработана на технологии Java. Одной из причин выбора именно этой технологии для реализации системы стало в частности то, что формальное описание анимации в перспективе будет описываться с помощью X3D. X3D – это следующее поколение широко известного языка VRML. Цель прототипа системы заключалась в следующем: преобразовывать входящий текст в формальное описание анимации и преобразовывать формальное описание в изображение на экране. Этот процесс разбивается на три этапа: на первом этапе происходит разбор исходного текста и преобразование его в результирующее синтаксическое дерево. На втором этапе происходит преобразование результирующего дерева в формальное описание анимации. На третьем этапе - интерпретация формального описания и воспроизведение анимации.

4. СИНТАКСИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Модуль “парсер” производит синтаксический анализ входящего текста. Если быть более точным то он осуществляет разбор каждого конкретного предложения. Модуль принимает строку и возвращает древовидную структуру данных. В данном прототипе был использован парсер, разработанный Natural Language Processing (NLP) group Стэнфордского университета. Он распространяется рядом Java пакетов для обработки структур данных. Эта группа периодически выпускает обновления своего парсера, которые могут быть легко встроены в данный прототип. Так же можно использовать иной парсер с функциональностью подобной функциональности стэнфордского парсера.

Парсер, используемый в данной системе достаточно неплохо себя зарекомендовал свои достаточно долгим и успешным использованием в других проектах. В ходе использования обнаружился один в определенной степени существенный недостаток: разбор неполных предложений с подразумеваемым подлежащим. Решение очевидно, явно указывать подлежащее.

Еще один относительный недостаток данного парсера состоит в том, что он требует достаточно большого количества оперативной памяти. Размер памяти, необходимой ему зависит от объема исходного текстового описания.

5. СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Основная часть работы над прототипом системы пришлось на разработку семантического анализа результирующего синтаксического дерева. Модуль семантического анализа проектировался таким образом чтобы принимать синтаксическое дерево и возвращать формальное описание анимации. Он использует пять подмодулей. Основной модуль помимо приема результирующего дерева и возвращения формального описания анимации, реализует функцию перераспределения поддеревьев с первого уровня исходного дерева по определенным подмодулям (модуль свойств или модуль действий). Принцип работы основного модуля такой. Он обрабатывает неглагольные фразы и пересылает связанные с ними поддеревья в модуль свойств. Последний собирает из этих поддеревьев все свойства в список и передаются в модуль действий вместе глагольным поддеревом. Этот механизм позволяет свойствам из более высоких уровней распространяться на более низкие уровни

глагольной части. Модуль действий возвращает формальное описание, либо в виде набора команд, либо в виде xml-описания анимации.



Рис. 2. Архитектура модуля семантического анализа

Модуль свойств отвечает за извлечение свойств действия из поддеревьев относящихся к неглагольным частям предложения. Если модуль находит глагольную часть, то он отправляет ее на обработку модулю действий.

Модуль сопоставления шаблонов использует модуль свойств для извлечения свойств из входящих ему поддеревьев.

Модуль действий отвечает за обработку глагольных частей дерева. Он определяет первый глагол во фразе. Как только этот глагол найден, он сравнивается со списком глаголов (и их синонимов), представляющих набор действий доступных для данного типа объектов. При обнаружении необходимого действия возвращается список значений его свойств, установленных по умолчанию. После чего модуль действий использует модуль свойств, чтобы получить любые дополнительные свойства для данного действия из других частей глагольной фразы. Заметим, что вся информация о доступных действиях предоставляется в конфигурационном файле.

Свойства действия могут прийти из трех различных мест. Свойства по умолчанию возвращаются модулем формального описания. Их значения могут быть переписаны значениями, полученными из модуля свойств. Модуль свойств является вторым и третьим источником свойств. Нижний уровень свойств приходит из той части дерева которая выше или равна поддереву глагольной фразы. Эти значения заменяют значения по умолчанию, но они в свою очередь могут быть подменены значениями, которые встретятся внутри самой глагольной фразы. Таким образом значения, которые извлекаются изнутри глагольной фразы имеют наивысший приоритет перед остальными двумя.

6. МОДУЛЬ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ АНИМАЦИИ

Данный модуль состоит из интерпретатора и соответственно части, отвечающей за анимацию. Пример действия для интерпретации, в котором присутствуют следующие два действия (“run”- движение, “turn” - поворот) и соответствующие им свойства (“speed” – скорость, “direction” - направление, “duration” - длина):

Run speed = 4 direction = left repetition = 4

Turn speed = 6 direction = right repetition = 4



Рис. 3. Пример визуализации размножения вирусов



Рис.4. Пример визуализации размножения вирусов



Рис.5. Пример визуализации размножения вирусов

Такого рода действие получается после обработки , например, следующего предложения : “Molecule run to the left and then turn left”. Здесь содержится две глагольные фразы и для каждой из них создается отдельное действие.

Анимационный модуль обрабатывает действия и занимается отрисовкой объектов на экране. Для прототипной задачи был взят образ молекулы и действия с ней.

7. ВЫВОДЫ

Следует сказать, что поскольку система использует конфигурационные файлы настройки, для поиска действий и их свойств, то добавление новых слов, фраз и структур предложений производится простыми настройками этих конфигурационных файлов. Так же конфигурационные файлы позволяют добавлять новые синонимы глаголов – действий.

Стоит отметить, что ряд сложностей систем с естественными языками могут быть устранены посредством ограничения предметной области. Однако некоторые проблемы варьирования структуры предложения остаются, особенно это относится к работе системы с русским языком, поскольку тут существуют пока более серьезные проблемы чем с англоязычным вариантом.

Прототип разрабатывался таким образом, чтобы можно было достаточно просто вносить изменения в систему без фатальных для нее последствий. В частности использовался `nlr` парсер общего назначения, в то время как при сужении предметной области, стоит подумать об использовании специализированного парсера. Такое решение привело к написанию модуля семантического анализа отдельно от парсера. Что позволяет более варьировать структуру предложений.

Для таких систем существует определенная ниша если принять условие ограничения предметной области, уменьшив таким образом варьативность естественного языка.

В ходе создания прототипа было замечено следующее: наиболее предсказуемые предложения, обрабатываются довольно хорошо, но как и большинство систем связанных с обработкой естественных языков основная сложность здесь заключается в том, что естественный язык пользователя достаточно непостоянен и неопределен. Несмотря на то, что в некоторых случаях компьютерные системы не оправдывают связанные с ними надежды, в общем и целом они работают достаточно предсказуемо. Многое тут связано с тем, что область обработки естественных языков еще не достаточно изучена, при этом компьютеры не имеют реального интеллекта, а некоторые вещи даже человеческий разум понимает не сразу.

8. ПЛАНЫ

Основные направления будущей деятельности связаны с несколькими задачами.

Ограничение предметной области до конкретной сферы знаний и развитие системы в этом направлении.

Усовершенствование модуля интерпретации формального описания анимации. Более глубокое развитие в частности трехмерного варианта системы.

Работа над адаптацией системы для работы с русским языком. Поскольку текущее состояние в этом направлении не достаточно.

Введение новых примитивов и сложных составных объектов в систему с набором допустимых для них действий и свойств. Совершенствование модуля парсера, возможно, изменение подхода, который основан на использовании готового парсера, на подход с написанием своего быть может с изменением какого-нибудь существующего, или поиск специфичного для предметной области парсера.

9. БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Авербух В.Л., Бараковских Н.И., Зенков А.И., Петров А.Н. Языки описания видов отображения для систем компьютерной визуализации // 14-я Международная Конференция по Компьютерной графике и Зрению ГрафиКон'2004 6-10 Сентября 2004 Москва, Россия. Труды конференции. МГУ им. М.В. Ломоносова. Стр. 302-305.
- [2] Daniel Selman Java 3D Programming Maning Publications Co., 2002
- [3] Mihaela D. Petriu, Nicolas D. Georganas, Thom E. Whalen Development of a Humanoid Avatar in Java 3D.
- [4] Web3D Consortium – X3D Documentation. <http://www.web3d.org/x3d/>
- [5] Dan Klein, Christopher D. Manning Accurate Unlexicalized Parsing

Об авторах

Александр Николаевич Петров – аспирант Института Математики и Механики.

Адрес: Екатеринбург, 620219, ул. Софьи Ковалевской 16, ИММ, отдел системного обеспечения.

E-mail: alex_81@inbox.ru

Text based process visualization. System Prototype

Abstract

The paper is devoted to text based visualization of different processes.

Keywords: *GraphiCon'2006, visualization, process.*

About the author

Alexander Petrov is a Ph.D. student at Institute of Mathematics and Mechanics. His contact email is alex_81@inbox.ru.