

15. Kabysh A.S. «Collective Behavior in Multi-Agent Systems» // OWD 2009 Ph.D. workshop, Eastern Europe Summer School, 12-24 October, Selesian University of Technology, Poland, P. 92-97.
16. Tesaro, G. J. (1994) / TD-gammon, a self-teaching backgammon program, achieves master-level play. *Neural Computation*, 6(2):215-219. (<http://www.research.ibm.com/massive/tld.html>).
17. Markus Schneider. Reinforcement Learning with RBF-Networks // Scientific Project, University of Applied Sciences Weingarten.
18. Matthew M. Botvinick, Yael Niv, Andrew C. Barto. Hierarchically organized behavior and its neural foundations: A reinforcement learning perspective. // ELSEVIER, 2008 г., Elsevier "Cognition".
19. McGovern, A., and Sutton, R.S. (1998). Macro-actions in reinforcement learning: An empirical analysis. // Technical Report 98-70, University of Massachusetts, Department of Computer Science.

Материал поступил в редакцию 19.11.09

KABYSH A.S., GOLOVKO A.V. Some approaches to multiagent reinforcement learning

In this paper introduced research result in area of multiagent reinforcement learning. Purposed two new approaches to collective reinforcement learning. Decomposition approach describes how to split learning task into number of subtasks, where every of them delegated to some agent. Relativity learning approach describes how to learn together two or more agents via reinforcement learning algorithm. Using this principles constructed model of multiagent system emulated multijointed robot. In learning experiment this multiagent system was successful learned. Efficiency of introduced approaches was shown experimentally.

УДК 004.5:004.822

Колб Д.Г.

СРЕДСТВА ПРОСМОТРА БАЗ ЗНАНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Введение. Поиск и использование нужной информации становится все более сложным, трудоемким и неэффективным, несмотря на огромные усилия (как научно-технические, так и организационно-финансовые) по увеличению эффективности доступа и обработки уже существующей и постоянно появляющейся новой информации [1]. Развитие глобальной сети интернет привело к появлению в компьютерных сетях огромного разнообразия видов информационных конструкций.

Этот факт говорит о том, что у пользователей глобальных сетей появляется потребность работы с различными видами информационных конструкций. Традиционные методы решения этой проблемы не приводят к качественным результатам. Поэтому становится очевидным, что использование методов и средств искусственного интеллекта для обработки всего многообразия информационных конструкций, чтобы обеспечить возможность удобной работы пользователя. Решение таких задач традиционно являлось одним из направлений исследований в области пользовательских интерфейсов программного обеспечения.

Научная идея предлагаемого подхода состоит в рассмотрении информационных объектов и объектов управления пользовательского интерфейса как элементов базы знаний (БЗ). Такой подход является принципиально новым и позволяет рассматривать пользовательский интерфейс как специализированную интеллектуальную систему, решающую задачу организации диалога человека и системы, обеспечивающей решение основных задач программного средства.

Для представления знаний пользовательского интерфейса предлагается использовать однородные семантические сети с базовой теоретико-множественной интерпретацией. Основным способом кодирования информации для таких сетей является SC (Semantic Code)-код [2]. Интеллектуальные системы, построенные с использованием SC-кода, называются sc-системами.

Архитектура пользовательского интерфейса интеллектуальных систем. В соответствии с классами решаемых интерфейсом задач можно выделить следующие классы интерфейсных подсистем:

- просмотрщики информационных конструкций внешних языков, среди которых можно выделить просмотрщики информационных конструкций с временной составляющей или проигрыватели (например, видеопроигрыватели или аудиопроигрыватели) и просмотрщики информационных конструкций без временной составляющей (например, просмотрщики традиционных текстов);
- редакторы внешних информационных конструкций для различных способов отображения информации;
- трансляторы информационных конструкций из внешнего представления в SC-код;

- трансляторы информационных конструкций из SC-кода во внешнее представление.

Каждая выделенная интерфейсная подсистема трактуется как специализированная sc-система, имеющая свою БЗ и машину обработки знаний. Пользовательский интерфейс в целом является результатом интеграции всех его подсистем.

Для МОЗ пользовательского интерфейса характерны следующие классы операций:

- рецепторные операции, инициируемые пользователем и приводящие к изменению состояния БЗ sc-системы. К таким операциям относятся операция генерации изображения sc-узла заданного типа (при инициировании её пользователем), операция генерации изображения sc-дуги заданного типа (при инициировании её пользователем), операция трансляции изображения sc-конструкции с указанного sc-окна в семантически эквивалентную ей sc-конструкцию;
- эффекторные операции, отображающие sc-конструкции из БЗ sc-системы пользователю. К таким операциям относятся операция генерации изображения sc-узла заданного типа (при инициировании её системой), операция генерации sc-дуги заданного типа (при инициировании её системой), операция трансляции sc-конструкции в семантически эквивалентное ей изображение sc-конструкции в указанном sc-окне;
- операции «память-память». Условиями применения которых, являются события, происходящие в БЗ sc-системы (например, появление дуги или узла). К таким операциям относятся операция размещения информационной конструкции согласно указанному алгоритму размещения, операция подсветки последней пришедшей в указанное sc-окно информационной конструкции, операции интерпретации правил трансляции с SC-кода на внешний язык.

Язык визуального представления пользовательского интерфейса интеллектуальных систем. Диалог пользователя с интеллектуальной системой при использовании предлагаемого подхода осуществляется посредством обмена фрагментами семантической сети между пользователем и системой. Семантическая сеть, используемая в системе, визуализируется с помощью SCg (Semantic Code graphical)-кода [2] – унифицированного способа визуализации семантических сетей, закодированных с помощью SC-кода. Такой способ организации диалога является базовым для sc-систем.

Минимальные, но семантически полные средства SCg-кода, обеспечивающие изображение любых конструкций SC-кода, назовем ядром SCg-кода или сокращенно SCg-ядром.

Для более компактной визуализации используются дополнительные визуальные средства SCg-кода, разработанные на основании семанти-

ческой классификации sc-элементов [2]. В дополнительные визуальные средства SCg-кода включены изображения классов sc-элементов, которое наиболее часто востребованы при формировании БЗ.

Открытость SCg-кода даёт возможность расширять или ограничивать число элементов, используемых для визуализации БЗ, исходя из практических соображений.

Просмотрщики визуальных представлений различного вида. Просмотр sc.g-конструкций является важнейшей составляющей любой прикладной sc-системы. На просмотрщик sc.g-конструкций возлагаются задачи отображения разнородных информационных конструкций. Для отображения информационной конструкции каждого типа, согласно концепции пользовательского интерфейса [3], используются специализированные окна sc-системы(sc-окна). Каждое sc-окно трактуется как sc-узел, отображаемый на экране и имеющий содержимое. Для описания типа содержимого таких узлов используются специальный **язык описания гипермедийных структур**. Рассмотрим данный язык подробнее.

Язык описания гипермедийных структур предусматривает следующие базовые классы содержимого узлов:

- числовое содержимое sc-узла;
- текстовое содержимое sc-узла;
- графическое содержимое sc-узла;
- видеосодержимое sc-узла;
- аудиосодержимое sc-узла;
- бинарное содержимое sc-узла не уточняемого типа;
- sc.g-содержимое sc-узла.

Класс sc-узлов с числовым содержимым включает следующие подклассы: sc-узлы с целочисленным содержимым, sc-узлы с вещественным числовым содержимым, sc-узлы с комплексным числовым содержимым.

Класс sc-узлов с текстовым содержимым включает следующие подклассы: sc-узлы с планарно-текстовым содержимым (класс используется, когда содержимым sc-узла является текстовая информационная конструкция без форматирования); sc-узлы, содержимым которых являются форматированные тексты (класс используется в том случае, когда содержимым sc-узла должен являться текст, сформированный на основании некоторой sc-конструкции). Такие sc-конструкции описывают правила форматирования текста, являющегося содержимым данного sc-узла.

Класс sc-узлов с графическим содержимым включает следующие подклассы: sc-узлы с содержимым в формате JPEG, sc-узлы с содержимым в формате GIF. Данный класс необходим для указания факта хранения в содержимом sc-узла статического графического изображения. Изначально определены два подкласса для наиболее распространенных графических форматов - jpeg и gif.

Класс sc-узлов с видеосодержимым используется для указания факта хранения в содержимом sc-узла информационных конструкций, требующих специальных аппаратных и программных возможностей для отображения видеoinформации. В данном классе определен единственный подкласс – sc-узлы с видеосодержимым в формате MPEG.

Класс sc-узлов с аудиосодержимым используется для указания факта хранения в содержимом sc-узла информационной конструкции, для вывода которой требуется звуковое устройство (динамики или наушники). В данном классе существует единственный подкласс – sc-узлы с базовым аудиоформатом.

Класс sc-узлов с бинарным содержимым не уточняемого типа используется для указания факта хранения в содержимом sc-узла бинарных данных, о типе которых sc-системе в данный момент времени ничего не известно, кроме наличия просмотрщиков этих бинарных данных.

Класс sc-узлов с sc.g-содержимым используется для указания факта хранения в содержимом данного sc-узла sc.g-конструкций. Заметим, что хранимые в содержимом sc-узла sc.g-конструкции могут содержать изображения sc-узлов, у которых тоже может быть содержимое, в том числе и sc.g-конструкции.

Описанная типология содержимых sc-узлов является открытой – разработчики конкретной прикладной sc-системы могут расширять её в зависимости от предметной области, для которой используется sc-система.

В рамках каждой прикладной системы sc-узел с содержимым может быть уточнен с помощью информационных конструкций, описывающих роль, которую играет информационная конструкция, хранящаяся в содержимом данного sc-узла. Такие sc-узлы уточняются в рамках предметной области прикладной sc-системы. Приведем типологию понятий, уточняющих роли содержимого sc-узла.

Для sc-узлов с числовым содержимым могут быть выделены следующие роли: год; месяц; число, не являющееся целым; число, не являющееся рациональным.

Для sc-узлов с текстовым содержимым могут быть выделены следующие роли: текст естественного языка, официальный документ (административный документ), приказ, служебная записка, заявление, закон, научно-технический.

Для sc-узлов с видеосодержимым могут быть выделены следующие роли: видеозапись интервью, видеозапись лекции, видеозапись выступления, художественный фильм, анимация, мультфильм.

Для sc-узлов с аудиосодержимым могут быть выделены следующие роли: аудиозапись интервью, аудиозапись лекции, аудиозапись выступления, аудиозапись выступления политика.

Для sc-узлов с бинарным содержимым не уточняемого типа могут быть выделены роли, характерные для всех других классов sc-узлов с содержимым.

Для sc-узлов с sc.g-содержимым могут быть выделены следующие роли: формальное описание понятия и протокол диалога с пользователем.

Роли, которые выполняют информационные конструкции в рамках конкретной предметной области, образуют иерархию, так как всегда можно построить новую информационную конструкцию, являющуюся объединением других информационных конструкций. Заметим, что тот sc-узел, обозначающий некоторую информационную конструкцию, вовсе не обязан явно “хранить” эту информационную конструкцию в качестве своего содержимого. Эта информационная конструкция может быть неизвестна (не сформирована). Эта информационная конструкция может быть разбита на фрагменты, каждый из которых представлен явно, и, следовательно, нет никакой необходимости явно представлять и хранить всю исходную информационную конструкцию.

Перечислим некоторые отношения, заданные на множестве информационных конструкций:

- семантическая эквивалентность информационных конструкций;
- информационная конструкция – ключевое понятие (используется тогда, когда информационная конструкция является понятием конкретной предметной области);
- портрет – объект;
- определение – определяемый объект;
- посленение – поясняемый объект;
- последовательность информационных конструкций (порядок просмотра информационных конструкций в рамках более крупной информационной конструкции);
- декомпозиция информационных конструкций (разбиение на информационные конструкции, являющиеся фрагментами);
- информационная конструкция – автор;
- информационная конструкция – рецензент;
- информационная конструкция – издательство;
- информационная конструкция – пример;
- комментарий – комментируемый объект;
- семантическое включение (когда информация, содержащаяся в одной информационной конструкции, содержится также и в другой);
- информационная конструкция – издание;
- понятие – пример (описание какого-либо примера);
- включение информационной конструкции (в частности, это может быть связь между некоторым библиографическим источником и взятой из него цитатой);
- синтаксическая эквивалентность информационных конструкций;
- информационная конструкция – этимология;
- информационная конструкция – аббревиатура;
- информационная конструкция – идентификатор и ряд других отношений.

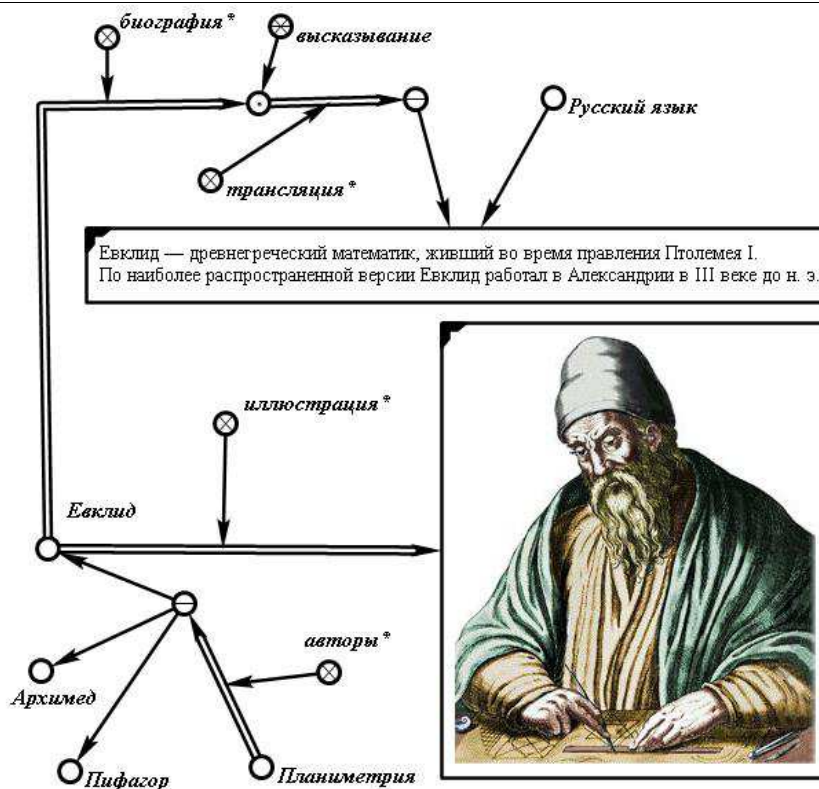


Рис. 1. Фрагмент описания содержимого sc-узла в БЗ sc-системы

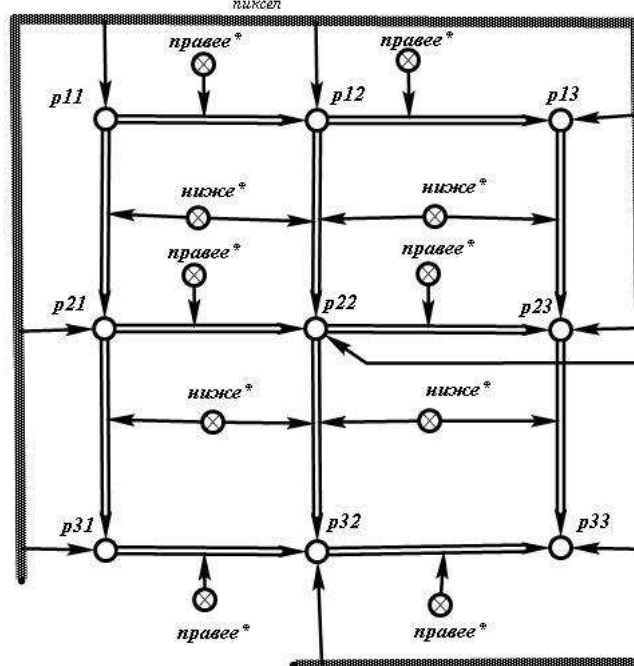
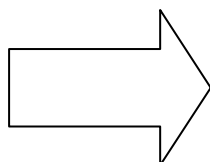
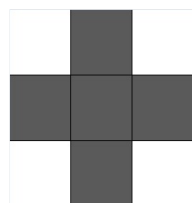


Рис. 2. Кодирование инородных информационных конструкций в SC-коде

Часть информации, которая описывается с помощью языка гипермедийных структур, может быть не востребована пользователем. Как правило, при описании базы знаний sc-системы пользователя интересует лишь роль, выполняемая информационно конструкцией, хранящейся в содержимом sc-узла, в рамках конкретной предметной области. Однако, в некоторых случаях, необходимо получить более подробную информацию о какой-либо информационной конструкции, чем роли, которые она играет для данной предметной области. С этой целью при формировании БЗ в неё добавляется дополнительная информация.

Так, для фрагмента БЗ, представленного на рисунке 1, такой информацией могут быть сведения о графическом формате, в котором хранится содержимое sc-узла с изображением Евклида. Или информация о таблице кодирования, с помощью которой записано русскоязычное высказывание о Евклиде. Такая информация необходима пользовательскому интерфейсу sc-системы, а точнее просматрщику sc-g-конструкций, для корректной визуализации фрагментов базы знаний конечному пользователю.

Поэтому одной из задач просматрщика является обработка поступающей для отображения sc-конструкции. Просматрщик осуществляет выделение и вывод знаний о ролях, выполняемых информа-

ционными конструкциями, хранящимися в содержимом sc-узлов. Роли выделяются относительно конкретной предметной области.

Одним из достоинств SC-кода является возможность представления инородных информационных конструкций с разной степенью подробности. На рис. 2 представлен один из возможных способов представления растрового изображения с помощью средств SC-кода. Как видно, фрагмент sc-конструкции передает лишь закономерности расположения точек растрового изображения. С целью получения полной информации об изображении в базу знаний необходимо добавить sc-конструкцию по шаблону, приведенному на рис. 3.

Согласно рис. 3 для каждого пиксела белого цвета необходимо построить sc-конструкцию, описывающую цвет пиксела, путем замены элемента Pmk , а для каждого пиксела черного цвета необходимо построить sc-конструкцию, описывающую цвет пиксела, путем замены элемента Pij .

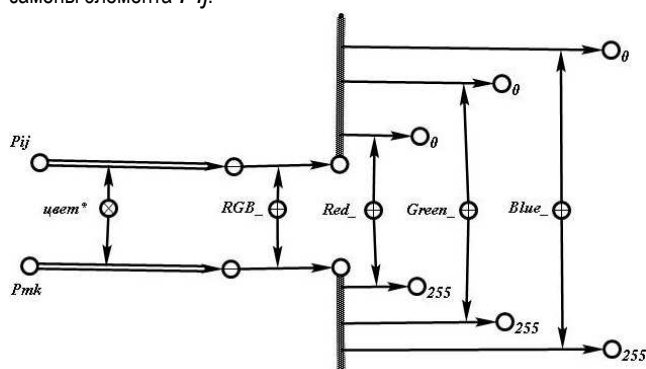


Рис. 3. Фрагмент БЗ sc-системы, содержащий описание разметки текста

Необходимо заметить, что подобное кодирования информационных конструкций средствами SC-кода необходимо только в тех случаях, когда БЗ интеллектуальной системы разрабатывается для интеллектуального анализа самой инородной информационной конструкции. К задачам, при решении которых эта возможность SC-кода может понадобиться, можно отнести задачи распознавания образов, задачи распознавания голоса и ряд других задач интеллектуального анализа данных.

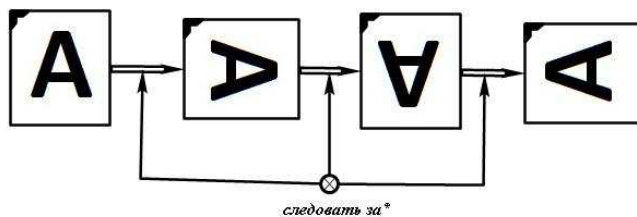


Рис. 4. Фрагмент БЗ sc-системы, в котором представлен результат декомпозиции видеофайла

Однако при решении целого ряда задач нет необходимости детализировать инородные информационные конструкции до машин-

ного представления. В таких случаях можно ограничиться лишь необходимым уровнем декомпозиции информационной конструкции. На рисунке 4 приведен фрагмент БЗ знаний, необходимы для решения задачи проигрывания видео (вращения вокруг своей оси изображения буквы А). Этот фрагмент является результатом декомпозиции содержимого sc-узла с видеосодержимым.

Зачастую, при отображении разнообразных информационных конструкций, возникает задача обратная задаче декомпозиции. В таких случаях просмотрщик осуществляет поиск sc-конструкции, на основании которой можно синтезировать содержимое sc-узла. Простейшей задачей из указанного класса будет являться задача получения в содержимом sc-узла видеоизображения по фрагменту базы знаний, приведенном на рис. 4.

На основе приведенных выкладок ясно, что язык гипермедийных структур, в основе которого лежит SC-код, позволяет унифицированно представлять в БЗ интеллектуальной системы как разнообразные высокоуровневые описания понятий предметной области, в состав которых входят инородные информационные конструкции, так и позволяет кодировать сами инородные информационные конструкции с любой степенью подробности.

Такие богатые возможности представления информации при наличии мощных поисковых машин, ориентированных на поиск в базах знаний, позволят получить уровень релевантности поиска информации, близкий к уровню фактографических и гипертекстовых информационно-поисковых систем.

Заключение. Предложенный в работе подход к организации обработки гипермедийной информации дает следующие преимущества:

- повышения качества информационного поиска за счет структуризации информации о предметной области с помощью SC-кода;
- повышения качества анализа разнообразной мультимедийной информации за счет кодирования её с помощью SC-кода;
- повышения качества интеллектуальных систем, работающих с разными видами информации, за счет возможности гибкого анализа инородных для интеллектуальной системы информационных конструкций.

Следствием приведенных преимуществ будет являться появление широких возможностей для разработки интеллектуальных систем различного назначения для глобальной сети Интернет.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хорошевский, В.Ф. Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web (Часть 1) / В.Ф. Хорошевский // Искусственный интеллект и принятие решений, 2008. – № 1. – С. 80–97.
2. Голенков, В.В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах / В.В. Голенков, О.Е. Елисеева, В.П. Ивашенко [и др.]; под ред. В.В. Голенкова. – Мн: БГУИР, 2001. – 412 с.
3. Голенков, В.В. Модель пользовательских интерфейсов интеллектуальных систем / В.В. Голенков, Д.Г. Колб, С.А. Самодумкин // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'09». – Т. 1. – С. 309–316.

Материал поступил в редакцию 22.10.09

KOLB D.G. Of a Means of viewing of bases of knowledge of intellectual systems

The approach to representation and visualization of bases of knowledge of intellectual systems is described, in which basis the homogeneous semantic networks lay. The brief description of language of representation of the diverse information for such bases of knowledge is given. The advantages of the offered approach are specified.