

3. Красильникова Г., Самсонов В., Тарелкин С. Автоматизация инженерно-графических работ. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
4. Резников Ф. 3ds Max 2009. Установка, настройка и результативная работа. – М.: Триумф, 2009. – 167 с.
5. <http://www.beriev.com/rus/core.html> (дата обращения 02.04.2011).

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Г.С. Панатов.

Орехов Вячеслав Валентинович – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: igkd@egf.tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371794; кафедра инженерной графики и компьютерного дизайна; ассистент.

Аббасов Ифтихар Балакишневич – e-mail: igkd@egf.tsure.ru; кафедра инженерной графики и компьютерного дизайна; к.ф.-м.н.; доцент.

Orekhov V'yacheslav Valentin – Taganrog Institute of Technological – Federal State-Owned Autonomous Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»; e-mail: igkd@egf.tsure.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371794; the department of engineering drawing and computer design; assistant.

Abbasov Iftikhar Balakishi – e-mail: igkd@egf.tsure.ru; phone: +78634371794; the department of engineering drawing and computer design; associate professor.

УДК 004.89:004.4

В.Л. Бердник, А.В. Заболеева-Зотова

МОДЕЛЬ «СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПЯТНО» В СЛОЖНОФОРМАЛИЗУЕМЫХ ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Предложена новая концепция интеллектуальных систем в распределенных многомерных средах. В начале статьи представлен оригинальный взгляд на известные технологии. После этого даются дефиниции понятий «семантическое пятно», «spot-система» и т.д., вводится теоретико-множественное описание функции возбуждения. Данная работа является попыткой описания методами системного анализа наиболее общих свойств абстрактной семантической системы, ее статических и динамических свойств. Рассмотренная концепция предлагает способ описания существующих и является основой построения принципиально новых интеллектуальных систем.

Семантическое пятно; суперпозиция семантических пятен; spot-тонус; spot-интуиция.

V.L. Berdник, A.V. Zabolieva-Zotova

MODEL "SEMANTIC SPOT" IN THE IN THE HARD FORMALIZED PROBLEMS OF INTELLIGENT INFORMATION PROCESSING

The article suggests new conception of intelligent system in distribute multidimensional environments. There is original view for famous technologies at begin. Next item offer to conception definitions for “semantic spot”, “spot-system” and etc. There is a set-theoretic description of spot excitation function. This work is an attempt to describe the most common properties of abstract semantic system by systematic analysis methods, its static and dynamic properties. The conception under review suggest new describe method of existing system and new in the main construction intelligent system.

Semantic spot; semantic spot superposition; spot-tone; spot-intuition.

В данной статье предлагается новый взгляд на привычные технологии работы со знаниями оригинальной модели обработки и представления семантики. В настоящее время значительное количество исследований искусственного интеллекта связано с моделированием семантики, нечеткой логикой и нейронными сетями [1, 2].

В семантических моделях (например, семантических сетях) для получения выходного результата по входным данным производится поиск [3] некоторого внутреннего представления [4] (фреймов, ребер графа или документов в семантической паутине и т.п.). Семантические системы отличаются большим разнообразием и сложностью. Вне зависимости от ее типа, для исходных данных выделяется часть семантической модели.

Как известно, искусственная нейронная сеть (ИНС) на основании входных данных возвращает искомый результат [2], а, значит, ее, как «черный ящик», можно описать с помощью передаточной функции и внутреннего состояния. Для каждой пары множеств входных и выходных данных ИНС всегда можно выделить синапсы и нейроны, более других участвующие в работе нейронной сети.

Когнитивная нейробиология изучает связь активности головного мозга с познавательными процессами и поведением [5]. В зависимости от вида умственной деятельности проявляется активность в различных отделах мозга.

В качестве концептуальной основы описания интеллектуальных систем будем считать, что входные данные активируют или возбуждают определенную часть интеллектуальной системы, создавая семантическое пятно – спот (от англ. spot – пятно) в пространстве (графе) системы пропорционально объему понятия или совокупности понятий.

Функцию возбуждения узла в некотором пространстве (на графе) семантической системы запишем в виде

$$\mathbf{v} = \mathbf{f}(\mathbf{I}, \mathbf{F}, \mathbf{K}(\mathbf{F}), \mathbf{v}_0(\mathbf{F}), \mathbf{P}(\mathbf{F}), \mathbf{t}), \quad (1)$$

где \mathbf{I} – система входных данных;

\mathbf{F} – пространство (граф) интеллектуальной системы;

$\mathbf{K}(\mathbf{F})$ – распределенная функция передачи возбуждения / торможения по пространству (графу);

$\mathbf{v}_0(\mathbf{F})$ – значение возбуждения спота в покое, *spot-тонус*;

$\mathbf{P}(\mathbf{F})$ – множество правил формирования семантических пятен (нахождение сходства или различия, наложение кальки, распространение обучающего возбуждения или формирование вывода);

\mathbf{t} – время как физическое величина, или как счетчик дискретных событий.

В биологических тканях возбуждение не завершается мгновенно, но медленно убывает к невозбужденному состоянию. Будем считать, что входное воздействие \mathbf{I} является пусковым импульсом [3], приводящим к возбуждению, которое с течением времени стремится к спот-тонусу (рис. 1).

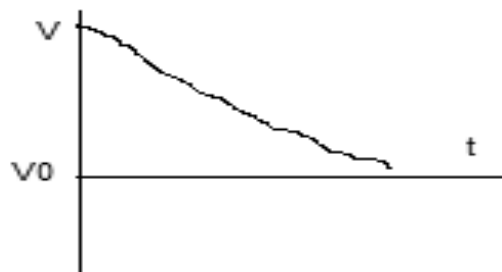


Рис. 1. Изменение возбуждения во времени

Представление возбуждения в динамике моделирует эффект кратковременной памяти. Последовательность событий, происходящих с человеком, будь то чтение текста или смена городских улиц и домов при движении автомобиля, остается в кратковременной памяти как остаточное возбуждение.

В то же время под входным воздействием I мы понимаем систему входных данных – фрагмент текста, зрительное (рисунок), сенсорное, звуковое (речь) восприятие, а также иные типы входных воздействий из внешней среды. Последовательная смена входных воздействий будет формировать множество семантических пятен в пространстве интеллектуальной системы. Согласно правилу $K(F)$, семантические пятна порождают возбуждение или торможение в смежных спотах, образуя не только точку-spot, но и возбужденную область. Совокупность семантических пятен в пространстве семантической системы образует *spot-картину*. В качестве иллюстрации (рис. 2) предположим, что возбужденные вершины графа расположены в некоторой евклидовой плоскости на расстоянии от исходной вершины пропорционально некоторой мере семантической близости. Семантическое пятно условно можно отобразить кольцами в виде стоячих волн на воде, где кольцо – это узлы графа, а пространство между кольцами – ребра графа.

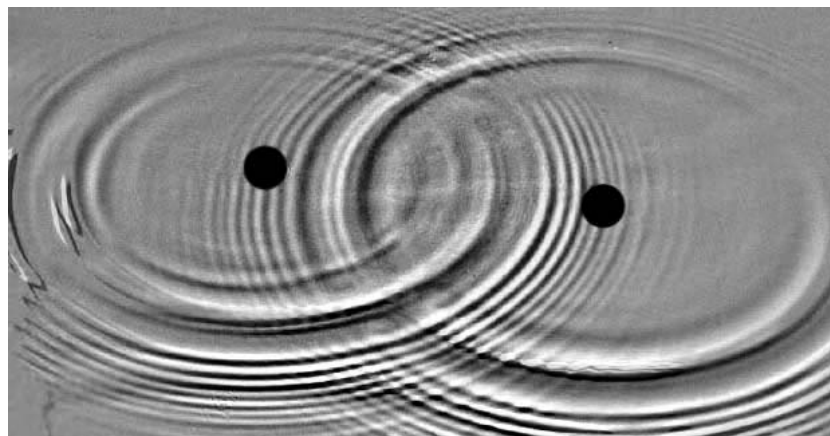


Рис. 2. Иллюстрация *spot-картины* от двух внешних воздействий

Суперпозиция [6] возбуждения от нескольких входных воздействий в многомерном пространстве семантической сети происходит по *spot-маршрутам*, заданным с помощью функций $K(F)$ и правил $P(F)$. Узлы, испытывающие возбуждение в результате суперпозиции возбуждения, можно использовать для восстановления неполной входной информации. Встречу двух фронтов семантических пятен, в том числе от остаточных возбуждений, будем называть *spot-интуицией*.

Распространение возбуждения по семантической сети (контекст) подготавливает восприятие событий, придает другим событиям семантическую окраску. Например, рассказ о средневековых рыцарях подготавливает восприятие многозначного слова «лук» как оружия. В то же время отдельные узлы семантического маршрута могут получать большее возбуждение, нежели те, что получили непосредственно воздействие (например, семантика словосочетания «птичье молоко» отличается от семантики «птица» и «молоко») [6]. Благодаря распространению возбуждения по семантической сети, возможно решение задач логического вывода, построения сложных ассоциаций, восстановление неполной или зашумленной информации, что особенно важно для решения сложноформализуемых задач интеллектуальной обработки информации. *Spot-маршруты* являются способом обработки и хранения ассоциаций, правдоподобных рассуждений, иных знаний [4].

Предложенный метод описания и систему назовем в дальнейшем *спот-метод* и *спот-система* соответственно.

Узлы (точки поля) F, имеющие наибольшее значение возбуждения (далее центры возбуждения), в результате входного воздействия I, характеризуют известное или скрытое (латентное) понятие либо сущность. Такой узел (точку поля) F назовем *спот-понятие*. Спот-маршруты доставляют воздействие до центров возбуждения семантического пятна, следовательно, моделируют предикаты такой сущности.

В спот-системе следует выделить рецепторную и скрытую подсистемы. Рецепторная подсистема фиксирует информационное воздействие I и продукцию спот-системы. Информация в рецепторной подсистеме обладает неполнотой, неточностью, недостоверностью, зашумленностью. Скрытая подсистема восстанавливает достоверную информацию до семантических понятий или семантических моделей. Эта подсистема должна накапливать опыт системы (т.е. является внутренним состоянием), а рецепторная система на основе входных данных и состояния производит ответ системы (т.е. является передаточной функцией).

В качестве примера описания реальных систем предположим, что узлы F рецепторной подсистемы соответствуют элементам символьных систем естественных языков – термам и документам. Ребра F отражают семантику в виде степени сходства между термами и документами. Таким способом построено множество поисковых систем на основе векторных методов или метода LSA [7]. Так, например, в методе TF-IDF происходит вычисление значения веса (спот-тонуса), связи (спот-маршрута), терм-терм (TF -term frequency) и терм-документ (IDF – inverse document frequency). Поисковый запрос выбирает (активирует, возбуждает) некоторую часть коллекции документов (семантическое пятно), а документ, набравший наибольший вес (пик возбуждения), считается наиболее релевантным. Примечательно, что каждый терм поискового запроса формирует собственное семантическое пятно, а наибольшее возбуждение получает узел (документ) в результате суперпозиции семантических пятен.

Рассмотрим недостатки ИПС и пути повышения эффективности их работы. Хорошо известно, что естественный язык обладает множеством сложноформализуемых явлений – синонимией, полисемией, пресупозицией и т.д. В разных контекстах одно и то же слово имеет различный смысл, следовательно, связи между термами не всегда верно моделируют семантику вне зависимости от способа расчета веса ребер графа F.

Недостатки таких моделей связаны со слабыми механизмами образования новых узлов графа F скрытой (не рецепторной) подсистемы. Для совершенствования ИПС необходимы дополнительные спот-маршруты через промежуточные спот-понятия, усиливающие или снижающие прохождение возбуждения в зависимости от семантических условий и языковых явлений. Такие спот-понятия могут ассоциироваться с новым термином, словосочетанием, синонимией, частью предложения и т.д., которые часто встречаются в поисковых запросах. Например, «что такое ...», «как сделать ...», «где находится ...», «как перевести слово ...» и т.д. Спот-понятия могут моделировать отношения «частное–целое» и «род–вид», где родовой признак (признак целого) указывается в узле F, виды (частные) моделируются спот-маршрутами с соответствующими термами. Введение зависимости функции возбуждения от времени может сделать взаимодействие с ИПС человека более «живым», когда предыдущие запросы воспринимаются как объяснение потребности пользователя и система «чувствует» потребность пользователя.

Для обучения спот-системы применимы методы обучения искусственных нейронных и иммунных систем. Такие методы позволят эффективно настраивать связи K(F). Предполагается, что перспективным для обучения должен стать метод «наложения кальки». Пусть копии спот-картины с наибольшими различиями нахо-

дятся в разных подсистемах. В нашем примере, пусть пространство $F \subset F$ представлено двумерной плоскостью. В третьем измерении за передачу возбуждения будет отвечать $P(F)$ так, что бы сравнивать двумерные спот-картины между собой «наложением кальки». При сравнении множества спот-картин мы можем находить степень сходства между ними, подбирая для спот-картины системы входных воздействий I наиболее близкую кальку из имеющихся знаний (моделей). В найденной кальке какая-то часть спот-картины может оказаться не эквивалентной запросу. На данный фрагмент может быть составлен отдельный запрос в виде более простой спот-картины и подобран подходящий фрагмент из известных моделей. Продолжая по рекурсии данное действие, задача декомпозируется до простых примитивов. Подобные процессы самоорганизации и обработки информация являются основой для построения ИНС на основе неокогнитронов [8].

Метод наложения кальки может использоваться как для вывода на спот-системе, так и для обучения на ошибках. Выявленная разница в прогнозируемой кальке и кальке фактического результата считается ошибкой и для нее подбирается корректный фрагмент. Полученный опыт (спот-картина) должен быть сохранен в системе.

Приняв $\sup(v) = 1$ и $\inf(v)=0$ [9], функция возбуждения v становится нечеткой логической переменной [10], а значит, применим аппарат *нечеткого логического вывода* на спот-системе.

Предложенная спот-система имеет сходство с нейронными сетями [2]. В такой интерпретации предложенная концепция является *гибридизацией семантических сетей и нейронных сетей*. В то же время распределенная функция возбуждения спот-системы реализуема на *многоагентных вычислительных средах* [11], а сама спот-система является хорошо масштабируемой.

Спот-системы могут найти применение в различных прикладных областях. Например, для интеллектуального управления запуском ДВС гибридного автомобиля в качестве входных воздействий можно выделить текущий заряд аккумулятора, интенсивность использования тормозов, скорость движения автомобиля и т.д. Суперпозиция семантических пятен позволит находить, в том числе в графической форме, оптимальный баланс использования аккумуляторов, ДВС, учитывать стиль вождения и дорожные условия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Заболеева-Зотова А.В.* Формализация семантики текста при автоматизации слабоструктурируемых процедур в процессе синтеза технических систем // Известия ВолГТУ. Сер. Концептуальное проектирование в образовании, технике и технологии: Межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград: ВолГТУ, 2006. – Вып. 2, № 2. – С. 30-37.
2. *Комарцова Л.Г., Максимов А.В.* Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 400 с.
3. *Древаль А.В.* Интеллект ХХХ. Интеллектуальное чтение в жанре "научная фантазия". – М.: Издательский дом "Торус Пресс", 2004.
4. *Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В.* Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под. ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: Физматлит, 2004. – 704 с.
5. *Steffanaci L.* Amygdala, primate. In R. A. Wilson & F. C. Keil (Eds.). The MIT encyclopedia of the cognitive sciences. Cambridge, MA: MIT Press 1999. – P. 15-17.
6. *Тузов В.А.* Математическая модель языка. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 76 с.
7. *Заболеева-Зотова А.В.* Лингвистическое обеспечение автоматизированных систем: Учеб. пособ. / А.В. Заболеева-Зотова, В.А. Камаев. – М.: Высшая школа, 2008. – 244 с.
8. *Fukushima K., Miyake S., Takayuki I.* Neocog-nitron: A neural network model for a mechanism of visual pattern recognition. IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics SMC. – 13(5):826–34. – 1983.

9. Гретцер Г. Общая теория решеток: Пер. с англ. / Под редакцией Д.М. Смирнова. – М.: Мир, 1981.
10. Новак В., Перфильева И., Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Аверкина. – М.: Физматлит, 2006. – 352 с.
11. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор С.М. Ковалев.

Бердник Владислав Леонидович – Волгоградский государственный технический университет; e-mail: bwlg@inbox.ru; 400131, г. Волгоград, пр. Ленина, 28; тел.: 88442248491; к.т.н.; ст. преподаватель.

Заболеева-Зотова Алла Викторовна – e-mail: zabzot@gmail.com; тел.: 88442248492; д.т.н.; профессор.

Berdnik Vladislav Leonidovich – Volgograd State Technical University; e-mail: bwlg@inbox.ru; 28, Lenin V.I. avenue, Volgograd, 400131, Russia; phone: +78442248491; cand. of eng. sc.; senior lecturer.

Zaboleeva-Zotova Alla Victorovna – e-mail: zabzot@gmail.com; phone: +78442248492; dr. of eng. sc.; professor.

УДК 681.3:519.168

Л.С. Берштейн, С.Л. Беляков, А.В. Боженюк

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ГРАФОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГИС*

Произведен анализ геоинформационных моделей. Обосновывается их нестатичность, нечеткость и неопределенность. В связи с этим, вводится понятие нечеткого темпорального графа, который является обобщением, с одной стороны, нечеткого, а с другой стороны – темпорального графов. В нечетком темпоральном графе степень связности вершин изменяется в дискретном времени. Предлагается использовать нечеткий темпоральный граф в качестве модели в геоинформационной системе. В работе введены понятия нечеткого пути, конъюнктивной прочности пути, степени достижимости, времени достижимости и степени связности нечеткого темпорального графа.

Нечеткий темпоральный граф; степень достижимости; время достижимости; степень связности вершин графа.

L.S. Bershtein, S.L. Beliakov, A.V. Bozhenyuk

THE USING OF FUZZY TEMPORAL GRAPHS FOR MODELING IN GIS

In this paper the analysis of geoinformation models is made. The illegibility, uncertainty and fuzziness of geoinformation models are proved. In this connection, the concept of fuzzy temporal graph is introduced. Which one is a generalisation of a fuzzy graph on the one hand, and a temporal graph on the other hand. The incidence of graph vertices is changed in the discrete time in fuzzy temporal graph. Fuzzy temporal graph is offered to use as a model in geographical information system. The notions of degree of graph reachability, reachability time and degree of graph connectivity are considered too.

Fuzzy temporal graph; degree of graph reachability; reachability time; degree of graph connectivity.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 10-01-00029а.