

Внедрение данной методики в торгово-ориентированном предприятии позволило сократить временные показатели для ведения основного бизнес-процесса предприятия, а также оптимизировать вспомогательные бизнес-процессы, что позволило предприятию существенно сократить финансовые и материальные затраты.

Библиографические ссылки

1. Ступина А. А., Золотарев А. В. Сравнительный анализ методов решения задачи оценки защищенности автоматизированных систем // Вестник СибГАУ. 2012. Вып. 4(44). С. 56–60.
2. Антамошкин О. А., Пузанова Г. А., Онтужев В. В. Особенности проектирования автоматизированной системы экспертной оценки информационной безопасности организаций // Вестник СибГАУ. 2013. Вып. 3(49). С. 4–9.
3. Репин В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 512 с.
4. Балдин К. В. Риск-менеджмент : учеб. пособие. М. : Эксмо, 2006. 368 с.
5. Обеспечение информационной безопасности бизнеса / Андрианов В. В. [и др.] ; под ред. А. П. Курило. М. : Альпина Паблшер, 2011. 392 с.
6. Бондарь И. В. Методика построения модели угроз безопасности информации для автоматизированных систем // Вестник СибГАУ. 2012. Вып. 3(43). С. 7–10.

7. Астахов А. М. Искусство управления информационными рисками. М. : ДМК Пресс, 2010. 312 с.

References

1. Stupina A. A., Zolotarev A. V. [Comparative analysis of methods for solving the problem of security assessment STI-automated systems]. *Vestnik SibGAU*, 2013, vol. 44, no. 4, p. 56–60. (In Russ.)
2. Antamoshkin O. A., Puzanova G. A., Ontuzhev V. V. [Features of designing an automated peer review system information security organizations]. *Vestnik SibGAU*, 2013, vol. 49, no. 3, p. 4–9. (In Russ.)
3. Repin V. *Biznes-protsessy. Modelirovaniye, vnedreniye, upravleniye* [Business Processes. Modeling, implementation, management]. Moscow, Mann, Ivanov and Ferber Publ., 2013, 512 p.
4. Baldin K. V. *Risk-menedzhment* [Risk management]. Moscow, Eksmo Publ., 2006, 368 p.
5. Andrianov V. V., Marshmallows S. L., Golovanov V. B., Golduev N. A., Kurylo A. P. *Obespecheniye informatsionnoy bezopasnosti biznesa* [Providing business information security]. Moscow, Alpina Publ., 2011, 392 p.
6. Bondar I. V. [The method of constructing models of information security threats for automated systems]. *Vestnik SibGAU*, 2012, vol. 43, no. 3, p. 7–10. (In Russ.)
7. Astakhov A. M. *Iskusstvo upravleniya informatsionnymi riskami* [The art of managing information risk]. Moscow, DMK Press Publ., 2010, 312 p.

© Краснов И. З., Карелин О. И., 2014

УДК 004.9

К ВОПРОСУ ОБ УПОРЯДОЧЕНИИ МНОГОУРОВНЕВОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ НА ДЕРЕВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Д. В. Личаргин¹, К. В. Сафонов², О. И. Егорушкин², Е. П. Бачурина¹

¹Сибирский федеральный университет

Российская Федерация, 660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26

²Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева

Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31

E-mail: lichdv@hotmail.ru

Рассматривается проблема представления глубинной семантики слов, предложений, повествований и текстов на естественном языке в рамках такой формы представления данных, как семантические сети. Предлагается модель многоуровневой семантической сети слов, в которой узлы и дуги графа слов включают графы вложенных в неё семантических сетей сем. Предложен способ представления соответствий между уровнями семантической сети на уровне слов и на уровне сем на основе матриц, содержащих тождественные аргументы элементов значений слов естественного языка. Затрагивается вопрос об упорядочении многоуровневой семантической сети на векторизованной семантической классификации данных. Делается вывод о необходимости продолжения данного исследования с учетом необходимости разработки программы для генерации матриц описания глубинной семантики слов.

Ключевые слова: многоуровневые семантические сети, компьютерная лингвистика, семантическая классификация, представление данных.

ABOUT THE ISSUE OF ORDERING A MULTILEVEL SEMANTIC WEB ON THE TREE OF SEMANTIC CLASSIFICATION

D. V. Lichargin¹, K. V. Safonov², O. I. Yegorushkin², E. P. Bachurina¹

¹Siberian Federal University

26, Kirenskiy str., Krasnoyarsk, 660074, Russian Federation

²Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev

31, Krasnoyarsky Rabochy Av., Krasnoyarsk, 660014, Russian Federation

E-mail: lichdv@hotmail.ru

This paper addresses the problem of presenting deep semantics of words, sentences, narrations and texts of the natural language within such a form of data presentation as semantic web. A model of multilevel semantic web of words is offered where word graph nodes and arcs include a graph of the inner level semantic web of semes. A method of semantic web different levels correlations on the words and semes level is offered based on the matrixes, including the equivalent arguments of the natural language words semantics elements. The issue of ordering the multilevel semantic web on the vector-based semantic data classification is touched upon. A conclusion is made about the necessity of the continuation of the research concerning the necessity to elaborate the software of deep semantics description matrixes generation.

Keywords: Multilevel Semantic Web, Computational Linguistics, Semantic Classification, Data Representation.

В работе рассматривается проблема представления глубинной семантики единиц естественного языка с учетом важности такой формы представления данных, как семантическая сеть, а также проблема упорядочения данных семантической сети как средство обеспечения прозрачности и более качественной работы с семантическими сетями. Учитывается вопрос о трансформации семантического графа узлов и дуг, являющихся составными объектами, включающими графы семантической сети более низкого уровня, с возможностью осуществления его перегруппировки в граф семантической сети иного по форме предложения.

На сегодняшний день широко распространены и разрабатываются методы и схемы представления лингвистических данных, такие как онтологии, реляционные базы данных, семантические и лингвистические классификации, многомерные базы данных, OLAP-системы, фреймы, правила порождающих грамматик и правила логического вывода на основе декларативных языков программирования [1–4]. В частности, одной из наиболее фундаментальных форм представления лингвистических данных является семантическая сеть. Семантические сети показывают себя весьма эффективным средством представления языка, особенно по отношению к небольшим объемам данных и предметным областям. Различными исследователями по-разному решается проблема обеспечения непротиворечивости и смысловой связности в рамках более крупных семантических сетей. Семантические сети активно используются в качестве формы представления данных в различных лексических, грамматических, семантических и иных модулях лингвистического программного обеспечения. Однако важным, до конца не решенным вопросом является представление многоуровневой семантики различных единиц языка: сем, слов, предложений, повествований и текстов, исследование возможностей

перегруппировки дуг и узлов графа более низкого уровня в структуры более высокого уровня.

Актуальность решения упомянутой выше проблемы состоит в необходимости освоения новых возможностей семантических трансформаций разного рода над единицами естественного языка, а также необходимости сделать семантические сети более прозрачными через использование их проекций на упорядоченные множества данных.

Проблема представления и упорядочения многоуровневых глубинных семантических данных с привлечением семантических сетей рассматривается на стыке таких наук, как лингвистика, компьютерная лингвистика, искусственный интеллект, логика, системный анализ, теория баз данных, теория предикатов, математическая семантика, валентностное представление естественного языка, дискретная математика и теория графов.

Проблема создания соответствующих программных систем, позволяющих генерировать описания глубинной семантики слов естественного языка, и другие проблемы могут успешно решаться в некотором приближении с учетом акцента на то или иное подмножество естественного языка, в частности, на основе операций над векторизованной классификацией слов естественного языка.

Цель данной работы состоит в построении модели упорядочения семантической сети над векторизованной классификацией семантических данных с учетом многоуровневой структуры таких сетей. Такая модель может позволить автоматически генерировать матрицы глубинных семантических связей между элементами смысла слов (в предложении), иначе говоря, упорядочивать отношения между семами от различного числа их составляющих [2; 4].

Задачи данной работы заключаются:

1) в построении модели, содержащей описание структуры элементов многоуровневой векторизованной семантической классификации над словами и семами естественного языка;

2) демонстрации примеров и принципиальной возможности описания семантических сетей слов на основе семантических подсетей сем как единиц естественного языка и возможностей осуществления соответствующих семантических трансформаций.

Основная идея работы состоит в разработке подхода к автоматической генерации графа вложенной семантической сети уровня сем для исходной семантической сети слов, упорядоченных на дереве векторизованной семантической классификации.

Новизна работы состоит в использовании модели векторизованной семантической классификации слов естественного языка, описанной в работах [2; 4], в применении к созданию в перспективе системы автоматического построения подсети сем для фрагмента текста на естественном языке.

Пусть W есть пара $\langle N, E \rangle$, где N есть множество узлов семантической сети, являющихся словами естественного языка (или сочетаниями сем, не выражаемых на естественном языке в достаточно хорошем приближении), а E есть множество дуг графа семантической сети слов (или нетерминальных символов языка).

Тогда W' есть пара $\langle N', E' \rangle$, где N' есть множество узлов вложенной семантической сети, являющихся семами слов (или искусственных понятий) естественного языка, тогда как E' есть множество дуг графа вложенной семантической сети, также описываемых семами слов (или нетерминальных сочетаний сем естественного языка).

Для любого n_i элемента множества N справедливо, что $n_i \supset \{n'_{j1}, n'_{j2}, \dots, n'_{j3}\}$, и для любого e_k элемента множества E справедливо, что $e_k \supset \{e'_{p1}, e'_{p2}, \dots, e'_{pr}\}$, где n' и e' есть элементы множеств N' и E' соответственно. Иначе говоря, каждый элемент (узел или дуга) графа семантической сети слов включает в себя множество элементов (узлов и дуг) графа семантической сети сем.

Будем говорить, что сеть W' является результатом переупорядочения подсети W' , если для всех n'_i и e'_{pr} сети W' $n'_i \supset \{n''_{j1}, n''_{j2}, \dots, n''_{j3}\}$ и $e'_{pr} \supset \{e''_{p1}, e''_{p2}, \dots, e''_{pr}\}$, где каждый элемент двух последних множеств является элементом подсети W' .

Сеть W_s и сеть W_z будем считать синонимичными тогда и только тогда, когда они являются результатами переупорядочения сетей W_s и W_z , где $W_s \equiv W_z$. Мощность q множества Q , где $Q = W_s \cap W_z$, назовем степенью подобия семантических сетей W_s и W_z . Пусть h есть мощность множества H , где $H = W_s \cup W_z$. Тогда $g = q / h$, назовем g степенью синонимичности частично синонимических семантических сетей W_s и W_z . Очевидно, что степень синонимичности семантических сетей будет действительным числом от 0 до 1.

Тожественные элементы значения слов в тексте.

Отождествление компонентов значения является важной операцией над словами и семами текста на естественном языке. В тексте на естественном языке значения слов могут описываться как множество сем, связанных между собой графом отношений. В рамках традиционной семантики в синтагме, например, «тянуть телегу» понятие «тянуть» подразумевает физическое тело, изменяющее свои координаты в пространстве. «Телега» – это физическое тело, созданное человеком для передвижения в пространстве. Таким образом, понятия «движение» и «физическое тело» являются семантическими признаками – семами слов. Повторы смысловых компонентов должны иметь место в тексте и заголовке текста, различных частях текста, в синтагматических парах, фразах и предложениях, все они связаны «скрытыми» дугами семантического графа более низкого уровня, чем семантическая сеть слов.

Значение фразы «Водитель купил новый навигатор. Он хороший» может быть представлено в виде семантической сети:

$\{купил > делатель(99\%) > водитель,$
 $купил > объект действия(99\%) > навигатор,$
 $навигатор > свойство(99\%) > новый,$
 $навигатор > свойство(77\%) > хороший,$
 $водитель > свойство(33\%) > хороший\}.$

Подсеть сем сети слов для данной фразы будет иметь следующий вид:

$\{ситуация вождения:$
 $\{существо_1 > причина_1 > причина_2,$
 $существо_1 > идея_{3,1} > причина_2,$
 $существо_1 > идея_{3,2} > место_1,$
 $существо_1 > идея_{3,3} > аппарат_1,$
 $аппарат_1 > причина_2 > связь_1,$
 $существо_1 > связь_1 > место_1,$
 $место_1 < устойчивость_1 < высокая_1\}$

$ситуация покупки:$
 $\{существо_3 < действие_1 > существо_2,$
 $существо_3 > причина_3 > связь_2,$
 $существо_2 > связь_2 > предмет_1,$
 $\dots\}$

$ситуация навигации:$
 $\{устройство_1 > причина_4 > идея_1,$
 $существо_2 > идея_1 > место_2,$
 $существо_2 > идея_{1,1} > место_3,$
 $существо_2 > идея_{1,2} > включение_1,$
 $существо_2 > идея_{1,3} > устройство_1,$
 $место_3 > включение_1 > место_2,$
 $существо_2 > связь_3 > место_1,$
 $существо_2 > причина_5 > причина_4\}$

$свертка сем ситуаций:$
 $\{существо_2 < тождество_1(80\%) > существо_1\},$
 $грамматические связи:$
 $\{предмет_1 < тождество_2 > аппарат_1\},$
 $\dots\}.$

Такая фраза, как «Этот любитель машин недавно взял полубившееся средство ориентации на местности по определенной цене», будет частично синонимична рассмотренной фразе «Водитель купил новый навигатор. Он хороший».

Задача разработки алгоритма порождения всех, в частности синонимичных, высказываний ставится, например, О. Н. Селиверстовой: «Задача синтеза предложений естественного языка, синонимичных друг другу и исходному предложению, ставится как задача множественного синтеза; необходимо получить по возможности все предложения, синонимичные данному». Примеры частично синонимичных предложений приводятся ниже: «То, что сказал Петр, заставило меня сильно возмутиться», «Слова Петра возмутили меня до глубины души», «Слова Петра вызвали у меня глубокое возмущение», «От слов Петра меня охватило огромное возмущение», «Слова Петра были причиной моего глубокого возмущения», «Мое глубокое возмущение было результатом / следствием слов Петра», «Мое глубокое возмущение было вызвано словами Петра», «Я негодовал по поводу слов Петра», «Я говорил, что слова Петра мне не понравились», «Я подумал, что мы не можем мириться со словами Петра», «По моему мнению, слова Петра были ужасны» и т. д.

Концепция перефразирования, предлагаемая далее, призвана осуществлять приведение смысла к простейшему стандартному виду, например, трансляция фразы с семантическим шумом «Он – её поддержка, он – её мысли» во фразу без семантического шума «Очевидно, она думает о нем, и он помогает ей». Далее семантическую сеть такой фразы можно трансформировать в любую синонимичную ей фразу и соответствующую сеть слов, например во фразу «Явственность её переживаний о нем поселилась в её душе; он дает ей неизменную поддержку». Построение многоуровневых семантических сетей на основе упорядочения их элементов на пространстве классификации может способствовать обеспечению работы алгоритма по перефразированию фраз языка такого вида. Этот подход может использоваться для поддержки диалогов программных систем с пользователем с учетом предварительно заданной контекстуальной информации: о внешнем мире, жизни собеседника, текущих делах собеседника, личности

собеседника, его мировоззрения, его характере. Такая информация может быть организована в виде вариантов крупных частично синонимичных семантических сетей. Так, перефразирование может осуществляться на основе сфер, представленных в виде графов отношений на векторизованных классификациях терминальных и нетерминальных единиц языка, в частности, для генерации характерных для человека ошибок и оговорок в целях более успешного прохождения теста Тьюринга.

Классификация слов и понятий естественного языка. Рассмотрим многомерное семантическое пространство единиц естественного языка – слов и предложений.

Такое пространство слов позволяет генерировать семантически осмысленные фразы естественного языка. Возможно построение многомерного представления данных с приводимыми координатами вектора понятийного описания (табл. 1) [4].

Рассмотрим принципы упорядочения семантической многоуровневой сети $M = \langle W, W' \rangle$ на дереве векторизованной классификации слов языка. Дерево векторизованной классификации $H = \langle c[f_1, f_2, \dots, f_m], T \rangle$, где c – вектор классификации T , а $T = b[f^1_1, f^1_2, \dots, f^1_m] < b[f^2_1, f^2_2, \dots, f^2_m] < b[f^3_1, f^3_2, \dots, f^3_m], \dots, b[f^4_1, f^4_2, \dots, f^4_m] < b[f^5_1, f^5_2, \dots, f^5_m], \dots, b[f^6_1, f^6_2, \dots, f^6_m] < b[f^7_1, f^7_2, \dots, f^7_m], \dots \rangle$ – дерево классификации, при том, что $b[f^1_1, f^1_2, \dots, f^1_m]$ есть родительский узел узла $b[f^y_1, f^y_2, \dots, f^y_m]$ дерева T так, что $f^1_u = f^y_u$ при $u < u'$, в то время как $(f^1_u = \lambda) \wedge (f^y_u \neq \lambda)$ при $u = u'$, тогда как $(f^1_u = \lambda) \wedge (f^y_u = \lambda)$ при $u > u'$, где u' есть уровень текущего узла классификации. В табл. 2 приводится глубинный семантический анализ фразы на естественном языке на примере фразы «Он разбил ее сердце». В столбцах и колонках вложенных таблиц для каждого слова указаны семы, а в ячейках – тождественность их элементов, подобных аргументам «arg(...)» соответствующих функций.

Таблица 1

Примерный вектор классификации слов и предложений естественного языка

ТЕМА (1)				ПОЗИЦИЯ (2)	ВАРИАНТЫ (3)	
ОПЕРАЦИЯ	НАД ОБЪЕКТОМ	ЛОКАЛИЗАЦИЯ	СВОЙСТВА		ЛЕКСИЧЕСКАЯ ГРУППА	ЛЕКСИЧЕСКИЕ РЯДЫ
essence сущность	consciousness сознание	of alive часть живого	maximally максимально	nominal group... именная группа...	ТОЖЕ, ЧТО В ТЕМЕ (1)	causation... причина- следствие...
essence of something сущность чего-то	being существо	in alive в живом	very очень	verbal group... глагольная группа...		time... время...
property свойство	relation отношение	on alive на живом	rather достаточно	bond... связь...		existing существующее
link связь	thing вещь	at alive около живого	a little несколько	aspect... аспект...		non-existing несуществующее

ТЕМА (1)				ПОЗИЦИЯ (2)	ВАРИАНТЫ (3)	
ОПЕРАЦИЯ	НАД ОБЪЕКТОМ	ЛОКАЛИЗАЦИЯ	СВОЙСТВА		ЛЕКСИЧЕСКАЯ ГРУППА	ЛЕКСИЧЕСКИЕ РЯДЫ
action действие	information информа- ция	of not alive часть неживого	little мало	property... качество...		possible возможный
connecting соединение	idea идея	in not alive в неживом	minimally минимально	system... система...		necessary необходимый
presentation представ- ление	place место	on not alive на неживом	...			start начало
changing обмен	relation отношение	at not alive около неживого	positive позитивный			stop остановка
		of which alive часть которого – живое	complex сложный			continuation продолжение
		in which alive в котором живое	stable стабильный			<i>И другие</i>
			<i>И другие</i>			

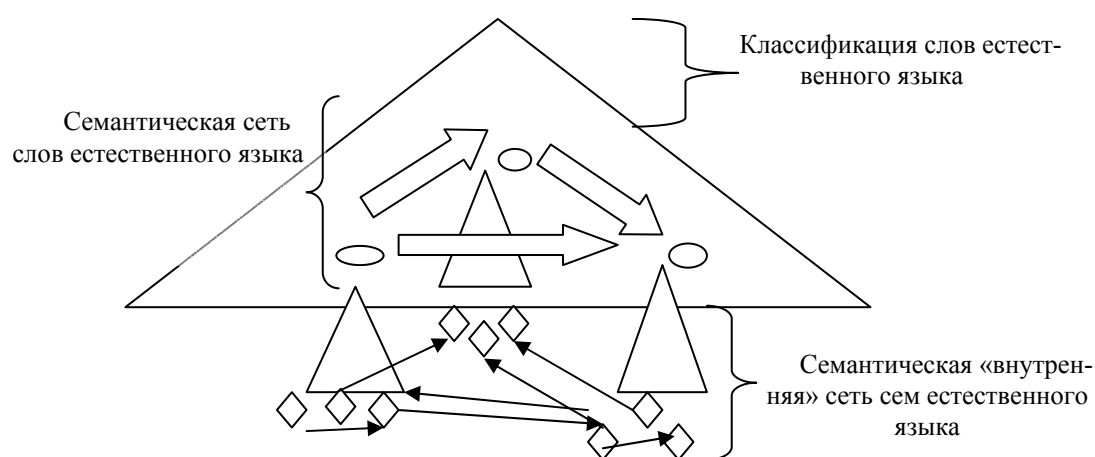


Рис. 1. Общая схема многоуровневой упорядоченной на классификации семантической сети

В разделе «Синтагмы» указаны глубинные отношения за пределами каждого отдельного слова естественного языка в виде ссылок «adr(...)». Каждое слово языка имеет свое место в многомерной или древесной классификации слов и понятий на основе соответствия каждого слова вектору семантиче-

ских признаков. При этом такая иерархия может служить формой упорядочения элементов многоуровневой семантической сети, с учетом возможности реорганизации сети слов в иную частично или полностью синонимичную ей сеть (рис. 1).

Таблица 2

Глубинные отношения тождества векторов семантических признаков в векторном представлении

Он			BNG	MALE	ACT-BNG-BNG-IDE						
					ACT	BNG	BNG	IDE			
	BNG		arg(0) = arg(0)	arg(0) = arg(0)	–	–	–	arg(0) = arg(2)			
	MALE			arg(0) = arg(0)	–	–	–	–			
	ACT-BNG-BNG-IDE	ACT			arg(0) = arg(0)	–	–	–	–		
		BNG				arg(0) = arg(0)	–	–	–		
		BNG					arg(0) = arg(0)	–	–		
		IDE						arg(0) = arg(0)	arg(0) = arg(0)		
Text 1								arg(0) = arg(1)			
СИНТАГМЫ		adr(0) = arg(0)									
Разбил	ACT-BNG-TNG		ACT-BNG-TNG			EXI	N-EXI	GETS	GETS	PART	PART
			ACT	BNG	TNG						
			arg(0) = = arg(0)	arg(1) = arg(0)	arg(2) = arg(0)						
				arg(0) = arg(0)	–						
	ACT-BNG-TNG	ACT			arg(0) = = arg(1)	arg(0) = arg(1)	–	arg(0) = arg(1)	–	–	–
		BNG			–	–	–	–	–	–	–
		TNG			arg(0) = arg(0)	arg(0) = = arg(0)	–	arg(1) = arg(1)	–	–	–
	EXI					arg(0) = = arg(0)	–	arg(1) = arg(1)	–	–	–
	N-EXI						arg(0) = arg(0)	arg(1) = arg(2)	–	–	–
	GETS							arg(0) = arg(0)	–	arg(2) = arg(0)	arg(2) = arg(0)
	GETS								arg(0) = arg(0)	–	–
	PART									arg(0) = arg(0)	arg(0) ≠ arg(0)
	PART										arg(0) = arg(0)
СИНТАГМЫ			adr(0) =	adr(1)= arg(0)							
Её			BNG	FEM	ACT-BNG-BNG-IDE						
					ACT	BNG	BNG	IDE			
	BNG		arg(0) = arg(0)	–	–	–	–	arg(0) = arg(2)			
	FEM			arg(0) = arg(0)	–	–	–	–			
	ACT-BNG-BNG-IDE	ACT			arg(0) = arg(0)	–	–	–	–		
		BNG				arg(0) = arg(0)	–	–	–		
		BNG					arg(0) = arg(0)	–	–		
		IDE						arg(0) = arg(0)	arg(0) = arg(0)		
Text 1								arg(0) = arg(1)			
Сердце			IDE	ACT-BNG-ANY					POS		
				ACT	BNG	ANY					
	IDE		arg(0) = arg(0)	–	–	–		arg(2) = arg(2)			
	ACT-BNG-ANY	ACT		arg(0) = arg(0)	arg(1) = arg(0)	arg(2) = arg(0)		–			
		BNG			arg(0) = arg(0)	–		–			
		ANY				arg(0) = arg(0)		–			
	POS							arg(0) = arg(0)			
	СИНТАГМЫ		adr(1) = arg(1), adr(0) = arg(2)								

В работе выполнен анализ проблемы представления семантической сети слов в рамках предложений естественного языка, синонимичных и частично синонимичных друг другу. Предложена модель представления вложенной сети сем многоуровневой семантической сети сем и слов естественного языка с привлечением матриц, описывающих глубинную семантику слов в предложении. Затронут вопрос построения программы, автоматически генерирующей такие матрицы на основе семантического векторизованного словаря и предполагающей вариативность интерпретаций – внутренних сверток (задания отношений тождества) элементов значения высказываний. Последнее могло бы дать возможность использовать рассматриваемую модель для моделирования процессов интерпретации и перефразирования мыслей, часто выходящих за рамки семантики исторически устоявшихся терминальных слов и выражений языка.

Библиографические ссылки

1. Avancini H., Lavelli A., Sebastiani F., Zanolini R. Automatic Expansion of Domain-Specific Lexicon by Term Categorization. *ACM Translation on Speech and Language Processing*. 2006. Vol. 3, No. 1. P. 1–30.
2. Сафонов К. В., Личаргин Д. В. Elaboration of a vector-based semantic classification over the words and notions of the natural language // Вестник СибГАУ. 2009. № 5 (26). С. 52–56.

3. Сафонов К. В., Личаргин Д. В. Разработка векторизованной семантической классификации над словами и понятиями естественного языка // Вестник СибГАУ. 2010. № 4 (30). С. 33–37.

4. Сафонов К. В., Личаргин Д. В. Некоторые принципы автоматической генерации учебных материалов на основе баз знаний и лингвистической классификации // Вестник СибГАУ. 2012. № 2 (42). С. 72–77.

Reference

1. Avancini H., Lavelli A., Sebastiani F., Zanolini R. Automatic Expansion of Domain-Specific Lexicon by Term Categorization. *ACM Translation on Speech and Language Processing*, Vol. 3, No. 1, May 2006, p. 1–30.
2. Safonov K. V., Lichargin D. V. [Elaboration of a vector-based semantic classification over the words and notions of the natural language]. *Vestnik SibGAU*, 2009, vol. 26, no. 5, p. 52–56. (In Russ.)
3. Safonov K. V., Lichargin D. V. [Development vectorized semantic classification of words and concepts of natural language]. *Vestnik SibGAU*, 2010, vol. 30, no. 4, p. 33–37. (In Russ.)
4. Safonov K. V., Lichargin D. V. [Some of the principles of automatic generation of training materials based on knowledge bases and linguistic classification]. *Vestnik SibGAU*, 2012, vol. 42, no. 2, p. 72–77. (In Russ.)

© Личаргин Д. В., Сафонов К. В.,
Егорушкин О. И., Бачурина Е. П., 2014

УДК 62.501

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ К Н-МОДЕЛЯМ БЕЗЫНЕРЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

А. В. Медведев

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660014, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
E-mail: Saor_medvedev@sibsau.ru

Исследуется проблема моделирования дискретно-непрерывных процессов, имеющих «трубчатую» структуру в пространстве входных-выходных переменных. Моделирование процессов этого класса существенно отличается от общепринятых параметрических моделей, представляющих собой поверхности в том же пространстве. При построении обучающихся параметрических моделей «трубчатых» процессов необходимо использование соответствующих непараметрических индикаторов. Рассмотрены некоторые частные примеры моделирования «трубчатых» процессов, из которых следует, что процессы протекают в пространствах дробной размерности. Приводится случай функции многих переменных и анализируется ситуация, когда с течением времени эти переменные могут «исчезать» и «возникать» вновь. Показано, что вычисление размерности дробного пространства может осуществляться различными путями.

Ключевые слова: априорная информация, идентификация, непараметрическая модель, непараметрические алгоритмы, Н-модели, пространство дробной размерности.