

5. Выводы

Научная новизна. В работе приведены условия, при выполнении которых система может быть стабилизирована за сколь угодно малый промежуток времени. При этом для построения ее модели используется случайный граф.

Практическая значимость. Предложенный подход позволяет прогнозировать предельное поведение систем. При выполнении определенных условий система будет стабилизирована.

Сравнение с лучшими аналогами. В [2] предложены модели, основанные на случайных графах. Эти модели, в отличие от предложенного подхода, позволяют исследовать поведение и характеристики системы в целом, а не только ее предельные параметры.

К числу недостатков предложенного подхода следует отнести тот факт, что случайные графы, при их использовании в качестве моделей реальных сетей, не всегда позволяют достаточно точно описать их развитие.

Для обеспечения надежного и стабильного функционирования сетевых систем необходимо выполнение определенных условий, включая и те, которые приведены в данной статье. При проектировании и исследовании сетей следует контролировать выполнение этих требований.

Литература: 1. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М.: Мир, 1978. 428с. 2. Kochen M. (ed.), 1989, The Small World (Ablex, Norwood, NJ). P.1-10. 3. Дикарев В.А. Фокусировка распределений марковских процессов // Доповіді Національної академії наук України. 1999. №11. С.100-103. 4. Розанов Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика. М.: Наука, 1989. 320 с. 5. Albert R., Jeong H. and Barabasi A. Diameter of the World Wide Web, Nature, 401, September 9, 1999. P.12-18.

Поступила в редколлегию 21.01.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Авраменко В.П.

Шершень Владислав Николаевич, аспирант кафедры прикладной математики ХНУРЭ. Научные интересы: программирование, стохастический анализ и его приложения. Адрес: Украина, 61000, Харьков, ул. Целиноградская, 36.

УДК 519.7

БИНАРИЗАЦИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ОТНОШЕНИЯ СКЛОНЕНИЯ ПОЛНЫХ ИМЕН ПРИЛАГАТЕЛЬНЫХ

КОЗЯЕВ Л.Л., ШАБАНОВ-КУШНАРЕНКО С.Ю.

Разрабатываются математические модели и методы для формализации различных семантических структур естественного языка на базе принципов логических сетей.

Введение

Существует класс задач, решение которых на последовательных компьютерах в реальном темпе времени не представляется возможным. Примером такой задачи является семантическая обработка текстов на естественном языке. Вместе с тем, человеческий мозг справляется с этой задачей — благодаря другому, параллельному способу обработки информации.

Целью данного исследования является разработка метода бинаризации предикатов, являющегося необходимым этапом при построении логической сети — структуры, позволяющей производить обработку информации параллельно, по принципу человеческого мозга.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. Найти морфологический предикат, формирующий окончания полных непряжательных имен

прилагательных по заданным значениям признаков.

2. Разработать эффективный метод решения этого предиката, который мог бы отыскивать знание о возможных значениях указанных переменных при условии задания знания обо всех или некоторых из оставшихся переменных.

3. Выполнить бинаризацию морфологического предиката, что необходимо для построения логической сети.

Разработка метода бинаризации

В работе [1] была получена однозначная зависимость $f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) = u$ окончания словоформы u заданного слова от грамматических признаков x_1, x_2, \dots, x_m . Она получила название функции окончания. Аргументами этой функции служат: x_1 — род словоформы со значениями М — мужской, Ж — женский, С — средний; x_2 — число словоформы со значениями Е — единственное, М — множественное; x_3 — падеж словоформы со значениями И — именительный, Р — родительный, Д — дательный, В — винительный, Т — творительный, П — предложный; x_4 — признак одушевленности словоформы со значениями Н — неодушевленный, О — одушевленный; x_5 — признак употребляемости словоформы со значениями Ш — широкая, О — ограниченная; x_6 — номер типа склонения слова со значениями от 1 — первого до 7 — седьмого. Функция окончания рассматривалась для частного случая, а именно — для полных непряжательных имен прилагательных. Тип склонения x_6 слова, в свою очередь, определяется однозначной зависимостью $g(u_1, u_2, u_3) = x_6$ переменной x_6 от признаков

u_1, u_2, u_3 . Зависимость $g(u_1, u_2, u_3) = x_6$ называется *функцией типа склонения* слова. Аргументами этой функции служат: u_1 — *последняя буква основы* слова со значениями Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, К, Л, М, Н, П, Р, С, Т, Х, Ц, Ч, Ш, Щ; u_2 — *признак смягчения* последней буквы основы слова со значениями Т — *твердая*, М — *мягкая*; u_3 — *признак ударности* основы слова со значениями У — *ударная*, Б — *безударная*. Образую суперпозицию обеих этих функций, получаем однозначную зависимость

$$y = h(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, u_1, u_2, u_3) = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, g(u_1, u_2, u_3)),$$

называемую *морфологической функцией*. Она выражает окончание словоформы в зависимости от значений ее грамматических признаков и признаков типа склонения слова.

В рассматриваемом нами случае морфологическая функция формирует окончание у полных непряжательных имен прилагательных по заданным значениям признаков $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, u_1, u_2, u_3$. Окончание $y = (y_1, y_2, y_3)$ разворачивается в набор (y_1, y_2, y_3) букв: y_1 — *первая* буква окончания; y_2 — *вторая*, y_3 — *третья*. Значениями переменной y_1 служат буквы А, Я, У, Ю, О, Е, Ы, И; y_2 — буквы Я, Ю, Е, Й, Г, М, Х; y_3 — буквы О, У, И и *знак пробела #*, который ставится вместо отсутствующей третьей буквы окончания. Например, окончание $y = \text{ИЙ}$ разворачивается в следующий набор компонентов: $(y_1, y_2, y_3) = (\text{И}, \text{Й}, \#)$.

Ранее было сказано [1], что полученное формальное описание процесса склонения имен прилагательных в виде функции имеет существенный недостаток. Это описание можно использовать для составления компьютерной программы склонения слов данного вида, но оно непригодно для построения логической сети мозгоподобной ЭВМ [2]. Это описание имеет и более серьезный недостаток. В некотором смысле оно неполно. Дело в том, что с помощью морфологической функции мы можем непосредственно решать лишь задачу синтеза словоформ, т.е. по заданным значениям грамматических признаков отыскать словоформу заданного слова.

Например, для слова СИНИЙ находим его форму СИНЕЙ для женского рода, единственного числа, стоящую в родительном падеже. Однако человеку для понимания смысла воспринимаемого текста приходится для всех словоформ, входящих в состав предложений текста, отыскивать значения грамматических признаков, т.е. решать задачу анализа словоформ. Например, производя анализ словоформы СИНЕМУ, мы способны определить, что она имеет единственное число и дательный падеж, а род у нее — мужской или средний. Также приходится решать и третью задачу — нормализации словоформ, т.е. перехода от произвольной

словоформы к словарной форме того же слова. Например, мы можем перейти от словоформы СИНИХ к словоформе СИНИЙ.

Кроме того, при обработке текстов естественного языка приходится решать множество других задач, когда значения некоторых из переменных $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3$ заданы, а требуется получить информацию о возможных значениях некоторых из оставшихся переменных. Ясно, что всех таких задач — астрономическое число. Любая из них может встретиться в речевой практике людей (а значит — и машин). Ясно также, что составить на каждый такой случай компьютерную программу — это непосильная задача.

Пример подобной задачи: известно, что основа словоформы оканчивается на букву Ж, окончание — ударное, падеж словоформы — винительный, вторая буква окончания — Й. Требуется отыскать значения всех остальных признаков. Человек легко справляется с этой задачей и в результате ее решения определяет, что первая буква окончания — О, а само окончание — ОЙ, что слово склоняется по седьмому типу (как слово ЧУЖОЙ), что словоформа относится к одушевленному предмету, что число словоформы — единственное, что у словоформы нет третьей буквы, что основа слова — безударная, что основа слова и окончание у этой словоформы — твердые и что род у словоформы — мужской.

Такие комбинированные задачи — не надуманные, любая из них может встретиться в речевой практике людей. Так, известно, что слова обычно произносятся людьми весьма неразборчиво, поэтому слова, вырванные из потока речи, зачастую распознать невозможно. Но в потоке речи все слова легко идентифицируются, и в результате происходит понимание звучащего сообщения. Как человек справляется с этой задачей? Очевидно, что при ее решении он опирается на контекст, а сделать это он может лишь потому, что обладает способностью решать любые комбинированные задачи.

Как же сделать так, чтобы машина смогла решить любую комбинированную задачу? Ответ следующий: во-первых, компьютер нужно снабдить отношением H , связывающим переменные $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3$ точно так же, как они связаны в уме человека. Это отношение можно записать в виде уравнения

$$H(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3) = 1 \quad (1)$$

алгебры предикатов, в котором слева от знака равенства стоит формула предиката H , соответствующего отношению H . Предикат H называется *морфологическим предикатом*. Во-вторых, компьютер надо снабдить эффективно действующим методом решения этого уравнения, который мог бы отыскивать знание о возможных значениях указанных переменных при условии задания знания обо всех или некоторых из оставшихся переменных. Метод должен находить решение уравнения во всех

тех случаях, в которых способен его находить человек.

А как найти формулу предиката

$$H(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3) ?$$

Для этого надо выявить достаточное количество бинарных связей $H_1(x_1, x_2)$, $H_2(x_1, x_3)$, ...,

$H_i(x_2, x_3)$, ..., $H_k(y_2, y_3)$ между аргументами предиката H (ниже будет показано, что это всегда возможно сделать, хотя иногда для этого приходится вводить дополнительные переменные для предиката H) и образовать из соответствующих им предикатов конъюнкцию

$$\begin{aligned} & H(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3) = \\ & = H_1(x_1, x_2) \wedge H_2(x_1, x_3) \wedge \dots \wedge H_i(x_2, x_3) \wedge \dots \\ & \dots H_k(y_2, y_3), \end{aligned} \quad (2)$$

выражающую предикат H , а затем проверить справедливость равенства (2) в параллельном эксперименте на человеке – носителе русского языка и на машине, решающей уравнение (1). Этот процесс называется бинаризацией морфологического отношения H .

Далее мы займемся выявлением бинарных связей между аргументами предиката

$$H(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, y_1, y_2, y_3)$$

и получением его представления в виде их конъюнкции (2). Рассмотрим еще раз табл. 4 из работы [1] (табл. 1).

В ней все 26 окончаний полных непряжательных имен прилагательных рассортированы на твердые и мягкие. Кроме того, они объединены естественным способом в пары. В каждой паре первое окончание твердое, а второе – мягкое, вторая и третья буквы у них одинаковы, а первые буквы в фонетическом отношении родственны, причем первая буква соответствует твердому произношению звука, а вторая – мягкому. Окончания оказались размещенными в двумерной декартовой системе координат. Ее вертикальная ось соответствует переменной u_2 (признак смягчения последней буквы основы слова) со значениями Т - твердая, М - мягкая. Напомним, что последняя буква основы считается мягкой, если за ней следует мягкая буква окончания. Мягкими считаются буквы Я, Ю, Е, Ё, И (буква Ё, однако, в окончаниях полных непряжательных имен прилагательных не встречается). Остальные гласные буквы, а именно А, У, Э, О, Ы, считаются твердыми. Буква Э в окончаниях полных непряжательных имен прилагательных языком не используется.

Для горизонтальной оси таблицы предметная переменная нами еще введена не была. Здесь мы имеем один из тех часто встречающихся случаев, когда в процессе бинаризации морфологического отношения приходится вводить для соответствующего ему предиката дополнительные переменные. Для горизонтальной оси вводим переменную v со значени-

ями 1-13. Называем ее номером пары родственных окончаний. Приведенная таблица теперь предстанет в следующем виде (табл. 2).

Таблица 1

Пары твердых и мягких окончаний

Твердое	ая	ую	ое	ой	ом	ого	ому	ою	ый	ым	ье	ых	ыми
мягкое	яя	юю	ее	ей	ем	его	ему	ею	ий	им	ие	их	ими

Таблица 2

Нумерация пар твердых и мягких окончаний

v	Номер пары родственных окончаний													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
u_2	Твердое	ая	ую	ое	ой	ом	ого	ому	ою	ый	ым	ье	ых	ыми
	мягкое	яя	юю	ее	ей	ем	его	ему	ею	ий	им	ие	их	ими

Таблица 3

Связь первой буквы окончания с признаком смягчения

u_2	Пары родственных букв			
	1	2	3	4
Т	А	У	О	Ы
М	Я	Ю	Е	И

Она задает первое декартово произведение, связывающее окончание u с признаком смягчения u_2 и с номером v пары родственных окончаний. Важно декартовы произведения, используемые в механизме языка, выявлять и описывать. Это – опорные пункты (островки) в море связей, имеющихся в языке. Описываем отношение, связывающее окончание u с номером v пары родственных окончаний:

$$\begin{aligned} & y^{ая} \vee y^{яя} = v^1; \\ & y^{ую} \vee y^{юю} = v^2; \\ & y^{ое} \vee y^{ее} = v^3; \\ & y^{ой} \vee y^{ей} = v^4; \\ & y^{ом} \vee y^{ем} = v^5; \\ & y^{ого} \vee y^{его} = v^6; \\ & y^{ому} \vee y^{ему} = v^7; \\ & y^{ою} \vee y^{ею} = v^8; \\ & y^{ый} \vee y^{ий} = v^9; \\ & y^{ым} \vee y^{им} = v^{10}; \\ & y^{ье} \vee y^{ие} = v^{11}; \\ & y^{ых} \vee y^{их} = v^{12}; \\ & y^{ыми} \vee y^{ими} = v^{13}. \end{aligned} \quad (3)$$

Описываем отношение, связывающее окончание u с признаком u_2 смягчения окончания (или, что то же, – основы слова):

$$\begin{aligned} & y^{ая} \vee y^{ую} \vee y^{ое} \vee y^{ой} \vee y^{ом} \vee y^{ого} \vee y^{ому} \vee y^{ою} \vee \\ & \vee y^{ый} \vee y^{ым} \vee y^{ье} \vee y^{ых} \vee y^{ыми} = u_2^T; \end{aligned}$$

$$y^{яя} \vee y^{юю} \vee y^{ее} \vee y^{ей} \vee y^{ем} \vee y^{его} \vee y^{ему} \vee y^{ею} \vee y^{ий} \vee y^{им} \vee y^{ие} \vee y^{их} \vee y^{ими} = u_2^M; \quad (4)$$

Описываем связь первой буквы окончания y_1 с признаком u_2 смягчения окончания:

$$y_1^a \vee y_1^y \vee y_1^o \vee y_1^b = u_2^T; \quad (5)$$

$$y_1^я \vee y_1^{ю} \vee y_1^e \vee y_1^и = u_2^M.$$

Эта связь выявляет *второе декартово произведение*, которое связывает первую букву окончания (гласную) с признаком смягчения и с парами t родственных букв. Оно характеризуется табл.3:

Связываем уравнениями переменную t с переменной y_1 для табл.3:

$$y_1^a \vee y_1^я = t^1; \quad (6)$$

$$y_1^y \vee y_1^{ю} = t^2;$$

$$y_1^o \vee y_1^e = t^3;$$

$$y_1^b \vee y_1^и = t^4.$$

Вводим переменную правую часть окончания w , значениями которой будут служить наборы из второй и третьей букв окончания. Значениями этой переменной служат буквосочетания Я, Ю, Е, Й, М, ГО, МУ, Х, МИ. Описываем связь переменной v с правой частью окончания w :

$$v^1 = w^я; \quad (7)$$

$$v^2 \vee v^8 = w^{ю};$$

$$v^3 \vee v^{11} = w^e;$$

$$v^4 \vee v^9 = w^{й};$$

$$v^5 \vee v^{10} = w^M;$$

$$v^6 = w^{го};$$

$$v^7 = w^{му};$$

$$v^{12} = w^x;$$

$$v^{13} = w^{ми};$$

связываем вторую букву окончания y_2 с правой частью окончания w :

$$w^я = y_2^я; \quad (8)$$

$$w^{ю} = y_2^{ю};$$

$$w^e = y_2^e;$$

$$w^{й} = y_2^{й};$$

$$w^M \vee w^{му} \vee w^{ми} = y_2^M;$$

$$w^{го} = y_2^Г;$$

$$w^x = y_2^X.$$

Связываем третью букву окончания y_2 с правой частью окончания w :

$$w^я \vee w^{ю} \vee w^e \vee w^{и} \vee w^M \vee w^x = y_3^{\#};$$

$$w^{го} = y_3^o; \quad (9)$$

$$w^{му} = y_3^y;$$

$$w^{ми} = y_3^и.$$

Мы выявили *третью* координатную систему (на этот раз не вполне завершенное декартово произведение, так называемое *квазидекартово произведение*). Она представлена табл. 4.

Описываем *четвертую* координатную систему, связывающую окончание с его компонентами – левой и правой частями окончания. С этой целью

Таблица 4
Связь второй и третьей букв окончания с правой частью окончания

w \ y ₂		Вторая буква окончания						
		Я	Ю	Е	Й	М	Г	Х
Третья буква окончания	#	Я	Ю	Е	Й	М	-	Х
	О	-	-	-	-	-	ГО	-
	У	-	-	-	-	МУ	-	-
	И					МИ	-	-

связываем левую часть окончания (первую букву окончания) y_1 с окончанием y :

$$y^{ая} = y_1^a; \quad (10)$$

$$y^{яя} = y_1^я;$$

$$y^{юю} = y_1^{ю};$$

$$y^{ое} \vee y^{ой} \vee y^{ом} \vee y^{ого} \vee y^{ому} \vee y^{ою} = y_1^o;$$

$$y^{ее} \vee y^{ей} \vee y^{ем} \vee y^{его} \vee y^{ему} \vee y^{ею} = y_1^e;$$

$$y^{ьй} \vee y^{ьм} \vee y^{ье} \vee y^{ьх} \vee y^{ьми} = y_1^b;$$

$$y^{ий} \vee y^{им} \vee y^{ие} \vee y^{их} \vee y^{ими} = y_1^и.$$

Связываем правую часть окончания w с окончанием y :

$$y^{ая} \vee y^{яя} = w^я; \quad (11)$$

$$y^{юю} \vee y^{юю} \vee y^{ою} \vee y^{ею} = w^{ю};$$

$$y^{яя} = w^я;$$

$$y^{юю} = w^{ю};$$

$$y^{юю} = w^{ю};$$

$$y^{ое} \vee y^{ой} \vee y^{ом} \vee y^{ого} \vee y^{ому} \vee y^{ою} = w^o;$$

$$y^{ее} \vee y^{ей} \vee y^{ем} \vee y^{его} \vee y^{ему} \vee y^{ею} = w^e;$$

$$y^{ьй} \vee y^{ьм} \vee y^{ье} \vee y^{ьх} \vee y^{ьми} = w^b;$$

$$y^{ий} \vee y^{им} \vee y^{ие} \vee y^{их} \vee y^{ими} = w^и.$$

Описанное квазидекартово произведение задано табл. 5.

Опишем связь между числом и падежом. Задаем ее табл. 6.

Таблица 5
Связь правой части окончания с окончанием

		Левая часть окончания								
		а	я	у	ю	о	е	ы	и	
Правая часть окончания	у	я	ая	я	-	-	-	-	-	
	w	ю	-	-	ую	юю	ою	ею	-	-
		е	-	-	ое	ее	ое	ее	ые	ие
		й	-	-	-	-	ой	ей	ый	ий
		м	-	-	-	-	ом	ем	ым	им
		го	-	-	-	-	ого	его	-	-
		му	-	-	-	-	ому	ему	-	-
	ми	-	-	-	-	-	-	ыми	ими	

Таблица 6
Связь между числом и падежом

		Падеж					
		И	Р	Д	В	Т	П
Число	Е	1	2	3	4	5	6
	М	7	8	9	10	11	12

Числа в табл. 6 от 1 до 12 выражают имена пар типа $s = (x_2, x_3) : (Е, И)=1$ и т.д. Переменное имя пары (число, падеж) обозначаем переменной s . Ниже дано формульное описание отношений, связывающих переменные x_2 и s и переменные x_3 и s :

$$\begin{aligned}
 s^1 \vee s^2 \vee s^3 \vee s^4 \vee s^5 \vee s^6 &= x_2^e; \\
 s^7 \vee s^8 \vee s^9 \vee s^{10} \vee s^{11} \vee s^{12} &= x_2^e; \\
 s^1 \vee s^7 &= x_3^и; \\
 s^2 \vee s^8 &= x_3^р; \\
 s^3 \vee s^9 &= x_3^д; \\
 s^4 \vee s^{10} &= x_3^в; \\
 s^5 \vee s^{11} &= x_3^т; \\
 s^6 \vee s^{12} &= x_3^п.
 \end{aligned} \tag{12}$$

Опишем связь между переменной s и родом x_1 . Зададим ее табл. 7.

Таблица 7
Связь между парой (число, падеж) и родом

		S											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Род	М	1	2	3	4	5	6	19	20	21	22	23	24
	Ж	7	8	9	10	11	12	19	20	21	22	23	24
	С	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Числа в табл. 7 от 1 до 24 выражают имена пар типа $r(x_1, s) : (М, 1)=1$ и т.д. Переменное имя пары (x_1, s) обозначаем переменной r . Ниже дано формульное описание отношений, связывающих переменные x_1 и r и переменные s и r :

$$\begin{aligned}
 r^1 \vee r^2 \vee r^3 \vee r^4 \vee r^5 \vee r^6 \vee r^{19} \vee r^{20} \vee \\
 \vee r^{21} \vee r^{22} \vee r^{23} \vee r^{24} &= x_1^м; \\
 r^7 \vee r^8 \vee r^9 \vee r^{10} \vee r^{11} \vee r^{12} \vee r^{19} \vee r^{20} \vee \\
 \vee r^{21} \vee r^{22} \vee r^{23} \vee r^{24} &= x_1^ж; \\
 r^{13} \vee r^{14} \vee r^{15} \vee r^{16} \vee r^{17} \vee r^{18} \vee r^{19} \vee r^{20} \vee \\
 \vee r^{21} \vee r^{22} \vee r^{23} \vee r^{24} &= x_1^с; \\
 r^1 \vee r^7 \vee r^{13} &= s^1; \\
 r^2 \vee r^8 \vee r^{14} &= s^2; \\
 r^3 \vee r^9 \vee r^{15} &= s^3; \\
 r^4 \vee r^{10} \vee r^{16} &= s^4; \\
 r^5 \vee r^{11} \vee r^{17} &= s^5; \\
 r^6 \vee r^{12} \vee r^{18} &= s^6; \\
 r^{19} &= s^7; \\
 r^{20} &= s^8; \\
 r^{21} &= s^9; \\
 r^{22} &= s^{10}; \\
 r^{23} &= s^{11}; \\
 r^{24} &= s^{12}.
 \end{aligned} \tag{14}$$

Точно так же надо добавить номера для ячеек парадигматической таблицы, введя в действие переменные x_4 – признак одушевленности словоформы со значениями Н – неодушевленный, О – одушевленный; x_5 – признак употребляемости словоформы со значениями Ш – широкая, О – ограниченная. В результате получаем следующую парадигматическую табл. 8 с нумерованными ячейками.

Остается формулами описать связь между переменными x_1 и r_1 , x_2 и r_1 , x_3 и r_1 . Наконец, надо описать формулами процесс выбора окончаний для парадигматической таблицы по номеру ее ячейки, номеру типа склонения и номеру пары окончаний. Все это делается аналогично предыдущему. Нужно также описать бинарные связи между типом скло-

Таблица 8
Парадигматическая таблица

		x ₂			
		Единственное число			Мн. число
x ₁	x ₃	Мужской	Женский	Средний	
	И	1	7	13	19
	Р	2	8	14	20
	Д	3	9	15	21
	В	4а/4б	10	16	22а/22б
	Т	5	11а/11б	17	23
	П	6	12	18	24

нения и ударением, признаком смягчения и последней буквой основы. Все бинарные связи надо проиллюстрировать соответствующими двудольными графами. Теперь можно приступать к построению логической сети и испытывать ее действие с помощью уже имеющейся программы. Если выявятся погрешности в построении сети и в математическом описании объекта, то подправить их. В результате мы получаем готовый продукт — один из фрагментов *логической лингвистической сети*, который можно рекомендовать для реализации в виде микропроцессорного устройства.

Точно так же выполняются работы по описанию других лингвистических объектов. В перспективе есть необходимость в разработке методики соединения разрозненных логических сетей в единую сеть на базе имплицитивного разложения предикатов. Таким способом можно неограниченно наращивать логическую лингвистическую сеть по мере продвижения вперед ее математического описания — переходя от полных непряжательных имен прилагательных к кратким притяжательным, от прилагательных к существительным, причастиям, местоимениям, числительным, исчерпывая этим склонение всех видов имен. Затем переходим к описанию спряжения глаголов. Этим охватывается все словоизменение. Затем переходим к словообразованию, последовательно рассматриваем корневое, префиксальное и суффиксальное словообразование. Остается еще словосложение. Этим исчерпывается морфология. Более далекая перспектива работ в этом направлении — выход на фонетику и затем на синтаксис предложения.

Выводы

Научная новизна заключается в том, что впервые разработан метод бинаризации алгебраической формульной записи семантических структур естественного языка на примере морфологического отношения склонений полных непряжательных имен прилагательных русского языка.

Практическая значимость определяется тем, что полученные таблицы бинарных связей позволяют реализовать модель объекта в виде логической сети программно и аппаратно.

Сравнение с аналогами показало, что ближайшим аналогом логической сети, хотя и достаточно далеким, является нейронная сеть. В отличие от последней, логическая сеть имеет ряд принципиальных преимуществ.

Литература: 1. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Проблема искусственного интеллекта // Радиотехника и информатика. 2002. №3. С. 100-106. 2. Бондаренко М.Ф., Дударь З.В., Ефимова И.А., Лещинский В.А., Шабанов-Кушнарченко С.Ю. О мозгоподобных ЭВМ // Радиотехника и информатика. 2004. № 2. С. 89-105.

Поступила в редколлегия 11.01.2005

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Машталир В.П.

Козяев Леонид Леонидович, консультант по внедрению, компания “Открытые технологии-98”. Научные интересы: программирование БД, математическое моделирование. Адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Обручева, 30, корп. 1, тел.: 8-095-7877027.

Шабанов-Кушнарченко Сергей Юрьевич, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник кафедры ПО ЭВМ ХНУРЭ. Научные интересы: идентификация механизмов интеллекта человека. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел.: 7-021-446.

УДК 621.391:51.142

ЧИСЛЕННОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА СУММИРОВАНИЯ РЯДОВ В ГПВЯ

ЧУМАЧЕНКО С.В.

Приводятся численные результаты, иллюстрирующие справедливость некоторых тождеств, которые получены методом суммирования рядов по выборочным значениям в гильбертовом пространстве с воспроизводящим ядром (ГПВЯ).

1. Постановка цели и задач исследования

Данная работа продолжает цикл публикаций, связанных с исследованиями по суммированию рядов в ГПВЯ. Так, в [1, 5] приведены общие положения, на основе которых предлагается метод суммирования в ГПВЯ. Примеры применения метода в целях получения новых результатов для рядов, в том числе двойных, рассмотрены в [1, 2, 6]. В [3] показано, как можно доказывать интегральные тождества с использованием данного подхода. Также с помощью предлагаемого метода можно решать сумматорные, интегральные уравнения и их системы, имеющие прикладной характер [4].

В перечисленных работах до сих пор приводились теоретические обоснования полученных результатов. Однако не все новые формулы доказываются приведением к уже известным фактам. Кроме того, для оценки погрешности вычислений, обусловленной усечением ряда, необходимо проводить некоторые численные расчеты с использованием компьютерных средств и программных приложений. С учетом того, что в настоящее время существуют достаточно авторитетные математические пакеты такие, как MathLab, MathCAD, Mathematica, они могут и должны быть использованы для практического подтверждения состоятельности полученных теоретических доказательств. Такая практика позволяет не только определить валидность результатов, но и показать погрешность теоретического метода или уже признанных программных средств, что может быть более важным для исследователя. В данном случае можно показать эффективность предложенного метода суммирования рядов и практическую целесообразность его имплементации для решения задач, критичных к погрешности вычислительных методов по отношению к предлагаемому точному решению. Например, такими являются задачи, связанные с моделированием неоднород-