

УДК 519.7

М.Ф. БОНДАРЕНКО, В.А. ЧИКИНА

О МЕТОДЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЙ И ИХ СХЕМНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Морфологическим отношением называется грамматическая связь между всеми формами слов какого-либо класса одного из естественных языков [1;с.51]. Формальное описание морфологических отношений для различных частей речи и их реализация на ЭВМ необходимы для автоматизации обработки текстов естественных языков. В статье на примере полных непряжательных имен прилагательных русского языка [2;3] изложен новый метод решения указанной задачи.

Выделим в словоформах полных непряжательных имен прилагательных первую x_1 , вторую x_2 , третью x_3 буквы окончания, признак ударности окончания x_4 , последнюю букву основы x_5 , признак смягчения основы x_6 . Эти элементы словоформ назовем словоизменительными, поскольку именно они влияют на характер склонения полных непряжательных имен прилагательных. Когда третья буква окончания отсутствует, пишем $x_3 = _$, где $_$ — знак пробела. Если первый звук окончания ударный, полагаем $x_4 = y$, безударный — $x_4 = б$. Если основа оканчивается мягким звуком, пишем $x_6 = м$, твердым — $x_6 = т$. Например, для словоформы «синего» имеем $x_1 = e$, $x_2 = z$, $x_3 = o$, $x_4 = б$, $x_5 = н$, $x_6 = м$. Для словоформы «чужим» — $x_1 = и$, $x_2 = м$, $x_3 = _$, $x_4 = y$, $x_5 = ж$, $x_6 = т$.

Запишем области определения для введенных переменных:

$$x_1^a \vee x_1^e \vee x_1^u \vee x_1^o \vee x_1^y \vee x_1^{bi} \vee x_1^{jo} \vee x_1^a; \quad (1)$$

$$x_2^c \vee x_2^e \vee x_2^i \vee x_2^m \vee x_2^x \vee x_2^{jo} \vee x_2^a; \quad (2)$$

$$x_3^u \vee x_3^o \vee x_3^y \vee x_3^-; \quad (3)$$

$$x_4^b \vee x_4^y; \quad (4)$$

$$x_5^b \vee x_5^g \vee x_5^c \vee x_5^d \vee x_5^{жс} \vee x_5^z \vee x_5^k \vee x_5^l \vee x_5^m \vee x_5^h \vee x_5^n \vee x_5^p \vee x_5^c \vee x_5^m \vee x_5^x \vee x_5^u \vee x_5^4 \vee x_5^{uu} \vee x_5^{uu} \vee x_5^-; \quad (5)$$

$$x_6^m \vee x_6^m. \quad (6)$$

Опишем связь между переменными x_1 и x_2 , которая характеризуется предикатом $P_1(x_1, x_2)$ (табл. 1).

Таблица 1

x_1/x_2	ю	з	м	й	е	х	я
у	1						
ю	1						
о	1	1	1	1	1		
е	1	1	1	1	1		
ы			1	1	1	1	
и			1	1	1	1	
а							1
я							1

Предикат P_1 представляем в виде

$$P_1(x_1, x_2) = Q(f_1(x_1), g_1(x_2)), \quad (7)$$

где $u_i = f_1(x_1), v_i = g_1(x_2)$ — некоторые классифицирующие функции, $Q_1(u_1, v_1)$ — предикат, связывающий классы букв. Способ классификации букв задан склеиванием ячеек табл. 1. Классы берем максимальными, при этом функции f_i, g_i определяются единственным образом.

$$P_1(x_1, x_2)$$

Переменная u_1 имеет четыре значения:

$$u_1^a \vee u_1^o \vee u_1^y \vee u_1^{bi}; \quad (8)$$

переменная v_1 имеет пять значений:

$$v_1^e \vee v_1^u \vee v_1^x \vee v_1^{jo} \vee v_1^a. \quad (9)$$

Функцию f_1 записываем в форме следующих условий:

$$u_1^a \sim x_1^a \vee x_1^y; \quad (10)$$

$$u_1^o \sim x_1^o \vee x_1^e; \quad (11)$$

$$u_1^y \sim x_1^y \vee x_1^{jo}; \quad (12)$$

$$u_1^{bi} \sim x_1^{bi} \vee x_1^u. \quad (13)$$

Функцию g_1 представляем в виде

$$v_1^e \sim x_2^e; \quad (14)$$

$$v_1^u \sim x_2^u \vee x_2^i \vee x_2^e; \quad (15)$$

$$v_1^x \sim x_2^x; \quad (16)$$

$$v_1^{ю} \sim x_2^{ю}; \quad (17)$$

$$v_1^я \sim x_2^я. \quad (18)$$

Таблица 2

Связь переменных u_1, v_1 характеризует табл.2. Производя импликативное разложение предиката Q_1 по переменной u_1 , записываем его в виде следующей системы условий:

u_1/v_1	ю	з	м	х	я
у	1				
о	1	1	1		
вz			1	1	
а					1

$Q_1(u_1, v_1)$

$$u_1^а \supset v_1^я; \quad (19)$$

$$u_1^о \supset v_1^{ю} \vee v_1^з \vee v_1^м; \quad (20)$$

$$u_1^у \supset v_1^{ю}; \quad (21)$$

$$u_1^{вz} \supset v_1^м \vee v_1^х. \quad (22)$$

Импликативное разложение предиката Q_1 по переменной дает другой вариант его описания:

$$v_1^з \supset u_1^о; \quad (23)$$

$$v_1^м \supset u_1^о \vee u_1^{вz}; \quad (24)$$

$$v_1^х \supset u_1^{вz}; \quad (25)$$

$$v_1^{ю} \supset u_1^у \vee u_1^о; \quad (26)$$

$$v_1^я \supset u_1^а; \quad (27)$$

Рассмотрим многополюсник, называемый элементом первого рода (рис. 1), который действует в соответствии с отношением

$$y^s \sim x^{a_1} \vee x^{a_2} \vee \dots \vee x^{a_n}. \quad (28)$$

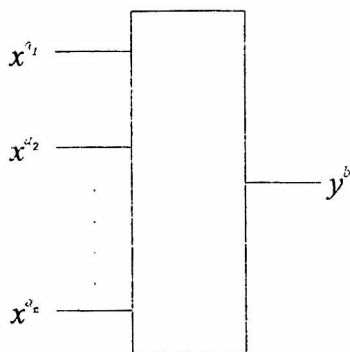


Рис. 1

Если поступил сигнал $x^{a_i} = 1 (i \in \{1, 2, \dots, n\})$, то элемент формирует ответный сигнал $y^b = 1$; если $y^b = 0$, то $x^{a_1} = x^{a_2} = \dots = x^{a_n} = 0$; если $x^{a_1} = x^{a_2} = \dots = x^{a_n} = 0$, то $y^b = 0$, при $n=1$ если $y^b = 1$, то $x^{a_1} = 1$. Элемент второго рода (рис.2) действует в соответствии с отношением

$$y^b \supset x^{a_1} \vee x^{a_2} \vee \dots \vee x^{a_n}. \quad (29)$$

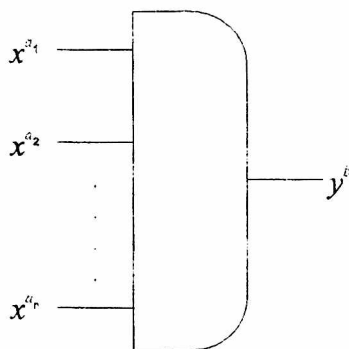


Рис. 2

В ответ на входное воздействие $x^{a_1} = x^{a_2} = \dots = x^{a_n} = 0$ он реагирует сигналом $y^b = 0$, при $n=1$ если $y^b = 1$, то $x^{a_x} = 1$. Описание реакции элементов могут быть получены решением уравнений (28) и (29). Если сигналы, поданные на полюсы элемента, противоречат друг другу, то они обращают в нуль форму (28) или (29). В этом случае элемент вырабатывает по дополнительному выходу, не указанному на схеме, сигнал противоречия. Схему, состоящую из двух параллельно и встречно включенных элементов второго рода (рис. 3,а), можно заменить одним элементом первого рода (рис. 3,б).

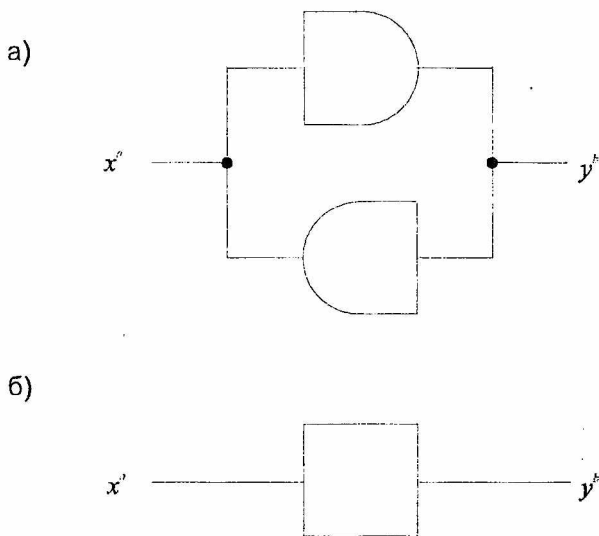


Рис. 3

С помощью описанных выше элементов по формулам (10)—(27) составлена схема многополюсника, реализующего отношение $x_1 P_1 x_2$ (рис. 4). Номера элементов совпадают с номерами соответствующих им уравнений. Согласно условиям (14), (16)—(19) и (27),

$$v_1^z = x_2^z, v_1^x = x_2^x, v_1^{j_0} = x_2^{j_0}, v_1^a = x_2^a, v_1^a = u_1^a.$$

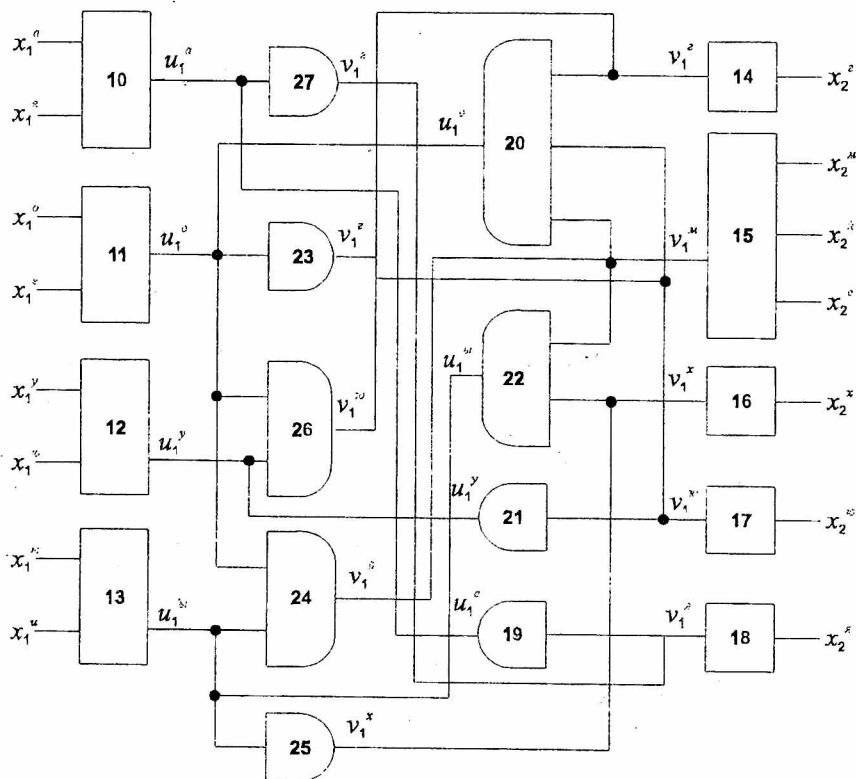


Рис. 4

Производя замены с помощью этих равенств, переписываем условия (10), (20)—(23), (25) и (26) в виде:

$$x_2^z \sim x_1^a \vee x_1^z, \quad (30)$$

$$u_1^o \supset x_2^{j0} \vee x_2^z \vee v_1^{k0}, \quad (31)$$

$$u_1^y \supset x_2^{j0}, \quad (32)$$

$$u_1^{bl} \supset x_2^x \vee v_1^M; \quad (33)$$

$$x_2^e \supset u_1^o; \quad (34)$$

$$x_2^x \supset u_1^{bl}; \quad (35)$$

$$x_2^{jo} \supset u_1^y \vee u_1^o. \quad (36)$$

Уравнения (30)—(36) вместе с уравнениями (11)—(13) и (24) равносильны исходной системе уравнений (10)—(27). По ним построена более простая схема, соответствующая тому же самому отношению $x_1 P_1 x_2$ (рис. 5).

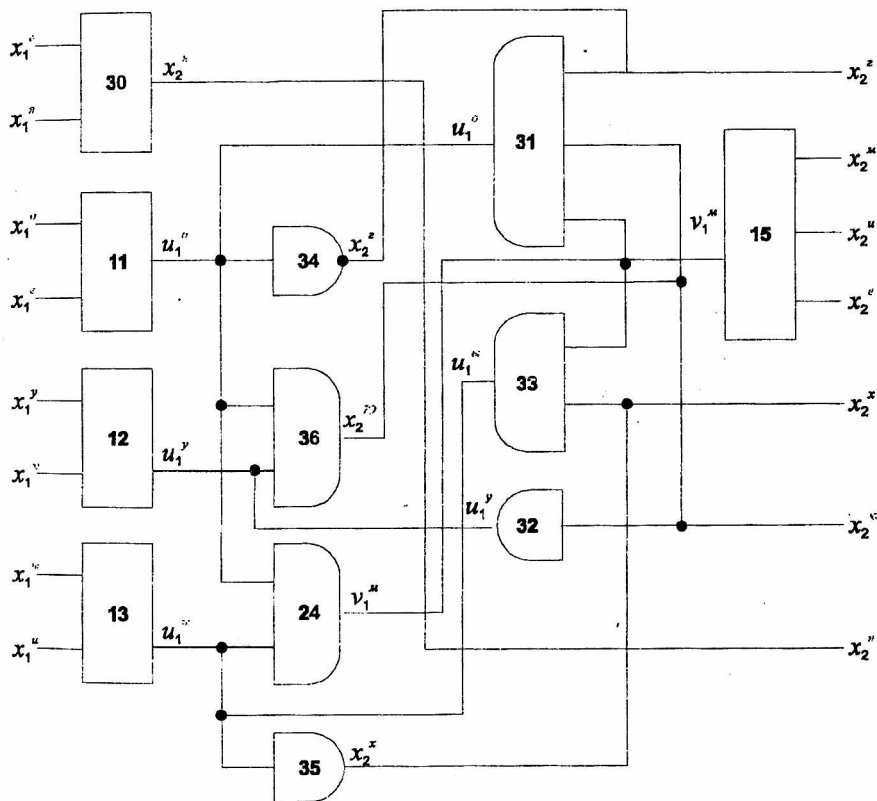


Рис. 5

Схему можно было бы еще более упростить, исключив из породившей ее системы избыточные уравнения (19)—(22) или (23)—(27), но тогда она будет действовать менее эффективно. Полученная схема реализует одну из закономерностей, лежащих в основе процесса словоизменения. Если найти все такие закономерности и построить реализующий их микропроцессор, то он сможет выполнять функции тех структур мозга, которые хранят навыки человека к склонению и спряжению слов. Такой прибор будет полезен для применения в системах автоматической обработки русских текстов. Тот же результат может быть достигнут и с помощью ЭВМ, решающей с помощью специальной программы приведенную выше систему уравнений.

Связь между переменными x_2 и x_3 характеризуется предикатом $P_2(x_2, x_3)$, представленным в табл.3.

Таблица 3

x_2/x_3	—	у	и	о
й	1			
я	1			
ю	1			
е	1			
х	1			
м	1	1	1	
з				1

$P_2(x_2, x_3)$

Производим декомпозицию предиката P_2 на функции $u_2=f_2(x_2)$, $v_2=g_2(x_3)$ и предикат $Q_2(u_2, v_2)$ описанным выше способом. В результате получаем следующую систему уравнений:

$$u_2^{\bar{u}} \sim x_2^{\bar{u}} \vee x_2^a \vee x_2^{ю} \vee x_2^e \vee x_2^x; \quad (37)$$

$$v_2^y \sim x_3^y \vee x_3^u; \quad (38)$$

$$u_2^{\bar{u}} \supset x_3^-; \quad (39)$$

$$x_2^m \supset x_3^- \vee v_2^y; \quad (40)$$

$$x_3^- \supset u_2^{\bar{u}} \vee x_2^m; \quad (41)$$

$$v_2^y \supset x_2^m; \quad (42)$$

$$x_2^e \sim x_3^o \quad (43)$$

Соответствующая этим уравнениям схема, реализующая отношение $x_2 P_2 x_3$, представлена на рис.6.

Условие (43) и соответствующий ему элемент по схеме приходится сохранить, иначе схема не сможет обнаружить противоречия между сигналами x_2^e и x_3^o , если оно возникнет. Нельзя допускать короткого замыкания между полюсами схемы.

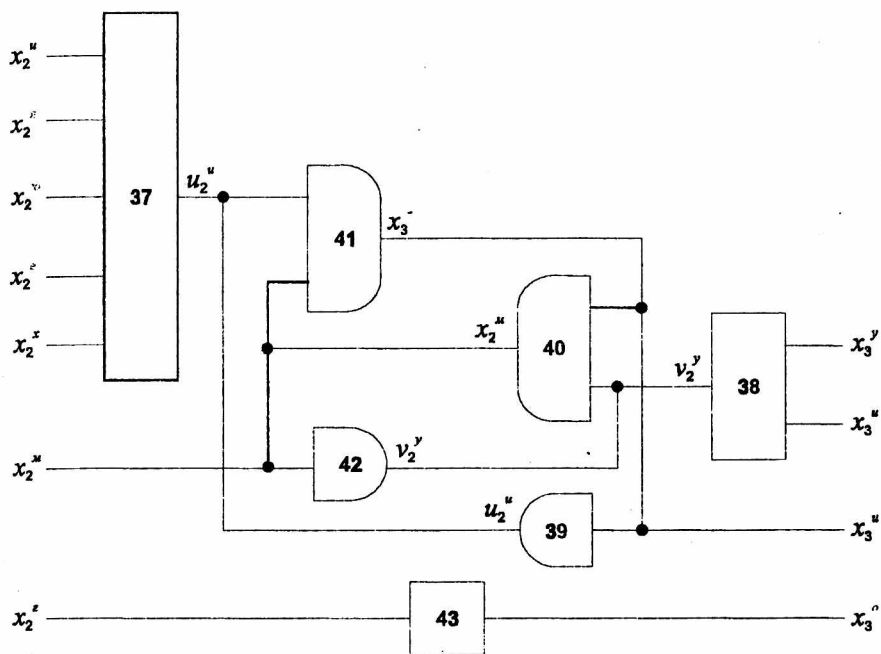


Рис. 6

Список литературы: 1. Шабанов-Кушнарченко Ю.П. Теория интеллекта. Проблемы и перспективы. Харьков: Выща шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987.159 с. 2. Чикина В.А. Математические модели парадигматических отношений и их применение для автоматической обработки русских текстов: Дисс... канд. техн. наук: Харьков, 1986. 220 с. 3. Шабанов-Кушнарченко Ю.П., Бондаренко М.Ф. Математическая модель склонения полных непряжательных имен прилагательных // Науч. и техн. информация. Сер.2. 1979. №6. С.10—13.

Поступила в редколлегию 30.10.97