

УДК 62.506.2

Ю. П. ШАБАНОВ-КУШНАРЕНКО, д-р техн. наук

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НУЛЬ-ОРГАНА В ЛИНГВИСТИКЕ

В одной из статей¹ данного сборника рассматривается применение метода нуль-органа при математическом описании работы органов чувств человека. Этот же метод может быть использован и для математического моделирования процессов переработки человеком языковой информации. Исследование языкового поведения человека методом нуль-органа ведется сле-

¹ Шабанов-Кушнаренко Ю. П. Применение метода нуль-органа в психофизике. *Сообщение I*. См. статью в настоящем сборнике.

дующим образом. Испытуемому предъявляют текст, записанный на каком-либо естественном языке (например русском) и предлагают выполнить такую его информационную обработку, которая бы завершалась объективно регистрируемым ответом испытуемого типа «да» — «нет». Несмотря на столь «бедный» ответ испытуемого, метод нуль-органа обладает значительной универсальностью и позволяет исследовать и математически описывать многие сложные явления человеческого языка.

В настоящей статье предлагается язык обобщенных логических функций и рассматриваются некоторые аспекты его применения к моделированию языкового поведения человека, изучаемого методом нуль-органа.

Информацией, поступающей к испытуемому и выполняющей роль входного сигнала x , служит текст, т. е. некоторая конечная последовательность знаков. Алфавит знаков, используемых при построении текста, должен быть конечным. При бесконечном алфавите найдутся настолько близкие по начертанию знаки, что испытуемый не сможет их различить из-за ограниченной разрешающей способности его органов чувств. Длина любого текста, предъявляемого испытуемому, не должна превосходить некоторого фиксированного числа n . Если допустить тексты сколь угодно большой конечной длины, то испытуемому придется иметь дело с такими текстами, для прочтения которых ему не хватит всей его жизни. Выходной сигнал y , формируемый испытуемым в ответ на сигнал x , представляет собой одно из двух значений логической переменной. Если этот ответ однозначен, то поведение испытуемого может быть математически описано функцией $y = fx = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_1, x_2, \dots, x_n — буквы текста $x = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$. Функция f относится к классу функций, промежуточных между булевыми функциями и функциями многозначной логики. Аргументы x_1, x_2, \dots, x_n у этих функций так же, как и у функций многозначной логики, принимают k значений a_1, a_2, \dots, a_k из некоторого алфавита A , значения же y у них двоичные, как у булевых функций. Функции такого вида будем называть обобщенными логическими функциями.

Рассмотрим алгебру обобщенных логических функций, в которой элементарными функциями служат k одноместных функций и две двуместные функции. Каждому знаку σ алфавита A ставится в соответствие своя одноместная функция x^σ , называемая нами распознавателем буквы σ и определяемая следующими условиями:

$$x^\sigma = \begin{cases} 0, & \text{если } x \neq \sigma, \\ 1, & \text{если } x = \sigma. \end{cases} \quad (1)$$

В качестве двуместных элементарных функций используются булевы функции дизъюнкции $x \vee y$ и конъюнкции xy , где $x, y, x \vee y, xy$ принадлежат множеству $\{0, 1\}$. При образовании суперпозиции элементарных функций вводятся следующие ограничения:

1) распознаватели букв могут действовать только на буквы алфавита A ; 2) дизъюнкция и конъюнкция не могут действовать на буквы алфавита A .

Введенная алгебра является полной в том смысле, что с помощью формул этой алгебры могут быть представлены любые обобщенные логические функции. Действительно, любая обобщенная логическая функция f может быть представлена в виде следующей формулы:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \bigvee_{I(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n)=1} x_1^{\sigma_1} x_2^{\sigma_2} \dots x_n^{\sigma_n}, \quad (2)$$

являющейся аналогом совершенной дизъюнктивной нормальной формы алгебры логики. Нетрудно также показать, что введенный набор элементарных функций несократим, т. е. что ни одну из этих функций нельзя исключить из набора без потери им свойства полноты.

Рассмотрим в качестве примера применения метода нуля-органа в лингвистике задачу математического описания процессов грамматической обработки отдельных слов. Предположим, что испытуемому предъявлены для анализа некоторое слово $x = \langle x_1, x_2, \dots, x_p \rangle$, форма слова $y = \langle y_1, y_2, \dots, y_q \rangle$ и набор грамматических признаков $z = \langle z_1, z_2, \dots, z_r \rangle$. Буквой p обозначена максимальная длина слова, буквой q — максимальная длина формы слова, буквой r — максимальное число используемых грамматических признаков. Значениями переменных x_i, y_j, z_k ($1 \leq i \leq p, 1 \leq j \leq q, 1 \leq k \leq r$) служат знаки алфавита A , составленного из русских букв и знака пробела \square . Для представления слова используется его словарная форма. Если какая-то из переменных x_i, y_j, z_k имеет значение \square , то это означает, что соответствующая буква в слове или форме слова отсутствует, или что отсутствует соответствующий грамматический признак.

Пусть, к примеру, z_1 означает падеж, принимающий шесть значений: u — именительный, p — родительный, d — дательный, v — винительный, t — творительный, n — предложный; z_2 означает род, принимающий три значения: m — мужской, $ж$ — женский, c — средний; z_3 означает число с двумя значениями: e — единственное, $м$ — множественное. Пусть $p = 6, q = 8, r = 3$. Предположим, что испытуемому предъявлено слово $x = \langle \square, \square, c, t, o, л \rangle$, форма слова $y = \langle \square, \square, c, t, o, л, o, м \rangle$, набор грамматических признаков $z = \langle t, м, e \rangle$. Перед испытуемым ставится задача установить, согласуются между собой или нет заданные слово, форма слова и грамматические признаки. В данном случае предъявленный материал согласуется, поскольку форма *столом* есть форма слова *стол* и имеет творительный падеж, мужской род, единственное число. В случае согласования предъявленных испытуемому данных требуется, чтобы он отреагировал на них положительным ответом 1, а в случае же несогласования —

отрицательным ответом 0. В данном случае испытуемый должен отреагировать ответом 1. Но если бы было предъявлено слово *стул* при прежних значениях формы слова и его признаков, то испытуемый обнаружил бы, что форма слова соотнесена не с тем словом, которое ей на самом деле соответствует, и вынужден был бы сформировать ответ 0. То же самое он должен был бы сделать, если бы была предъявлена форма *столом* в сочетании со значением признака z_1 «родительный падеж».

Таким образом, испытуемый своим поведением реализует некоторую функцию

$$t = L(x, y, z) = L(x_1, x_2, \dots, x_p, y_1, y_2, \dots, y_q, z_1, z_2, \dots, z_r), \quad (3)$$

которую мы назовем *морфологической функцией*. Это название обусловлено тем, что функция L вводит отношение, изучаемое в разделе грамматики, называемом морфологией языка.

Важно заметить, что испытуемый своим поведением доказывает, что он способен не только отыскивать значение t морфологической функции, но и в ряде случаев решать уравнение

$$L(x, y, z) = 1, \quad (4)$$

если какая-либо из переменных x , y , z или их компонентов x_i , y_j , z_k , или комбинация некоторых из них окажется неизвестной. Уравнение (4) назовем *морфологическим уравнением*, оно выражает требование, чтобы слово, форма слова и грамматические признаки были согласованы между собой.

Пусть, к примеру, значение переменной y есть форма *столом*, а x и z неизвестны. Испытуемый легко находит согласованные с этой формой слово *стол* и набор грамматических значений «творительный падеж», «мужской род», «единственное число». Если же задано слово *степь* и грамматические признаки «дательный падеж» и «множественное число», то испытуемый отыщет согласованную с этими данными форму слова *степям*.

Таким образом, возникает задача не только математического описания морфологической функции, но и задача разработки методов решения морфологического уравнения, поскольку без такого решения моделирование языковых явлений было бы неполным.

Поступила 23 марта 1977 г.

УДК 62—501.72

И. Г. БИДЕР, И. А. БОЛЬШАКОВ, д-р техн. наук

О СООТНОШЕНИИ МЕЖДУ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ И ФИЛЬТРАЦИЕЙ В ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

1. Введение. В свете современных лингвистических теорий язык считается двусторонним преобразователем «Смысл ↔ Текст» (СТ-преобразователь) [1, с. 9]. Он вычисляет синтези-