минимальная последовательность кодов настройки содержит три, а для сетей, реализующих функции F_k ($k = 7,\ 11,\ 13,\ 14$), — четыре совокупности L_q^{ij} функций, обеспечивающих функциональную устойчивость сети. Следовательно, при любом отказе ФН процесс восстановления в сетях первого типа сводится максимум к двум, а в сетях второго типа — максимум к трем перестройкам. При этом если на входе ФН первого ранга имеют место отказы вида $y_i \equiv 0$ или $y_i \equiv 1$, то совокупность настроечных функций сети для настройки выходного ФН должна содержать функцию 7 или 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапов В. И. Функциональная надежность сетей из формальных нейронов. «Автоматика и вычислительная техника», 1968, № 1, с. 17—23.
2. Потапов В. И., Доценко М. Ф. Исследование свойств адаптивных логических сетей из нейроноподобных элементов методом математического моделирования. Сб. «Проблемы бионики», вып. 7. Изд-во Харьковск. ун-та, 1971, с. 16—24.
3. Потапов В. И., Миренков П. В., Воронкова Л. В. Многофункциональный пороговый элемент. Авт. свид. № 332575. «Бюллетень изобретений», 1972, № 10, с. 2—3.
4. Воронкова Л. В., Миренков П. В. Логический модуль на формальных нейронах с переменной структурой. Сб. «Проблемы бионики», вып. 7. Изд-во Харьковск. ун-та, 1971, с. 32—36.
5. Мкртчян С. О. Нейроны и нейронные сети. М., «Энергия», 1971. 232 с.
6. Maitra K. K. Stability of logical networks and its application to improvement of reliability. «IRE Trans. on Circuit Theory», CT-8, 3, 1961, p. 117.

КЛАССИФИКАЦИЯ СЛОВЕСНЫХ ЗАДАЧ

СООБЩЕНИЕ I

В. А. Ловицкий

На начальном этапе моделирования процесса переработки человеком словесной информации с помощью ЭЦВМ упрощенно можно считать, что речевая деятельность человека сводится к решению словесных задач в определенных последовательностях. Определив полный перечень словесных задач и установив иерархическую зависимость между ними, можно предположить, что успешное моделирование процесса решения этих задач на ЭЦВМ позволит реализовать в вычислительной машине сложную систему процессов переработки словесной информации и, таким образом, придать ей некоторые «человеческие» черты.

Непосредственному описанию системы классификации словесных задач предшествует определение понятия задачи. Данная статья посвящена формализации этого понятия.

Интуитивно под задачей понимается ситуация, согласно которой на основании некоторого исходного множества $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_l\}$, характеризующего «то, что дано», и по описанию «того, что необходимо найти», заданного конечным множеством $Q = \{q_1, q_2, \ldots, q_m\}$, требуется определить элементы конечного множества

$Y = \{y_1, y_2, \ldots, y_n\}$, представляющего собой результат решения задачи.

Процесс решения задачи сводится к нахождению или применению некоторого преобразователя F, устанавливающего соответствие между X и Y посредством конечной последовательности правил. Введем формальное определение понятия задачи.

Определение 1. *Назовем задачей четверку* $T = \langle X, Q, F, Y \rangle$, *связанную одним из соотношений*

$$X \wedge Q \vdash F \Rightarrow Y; \tag{1}$$

$$X \wedge Q \wedge Y \vdash F; \tag{2}$$

$$X \wedge Q \wedge F \vdash Y, \tag{3}$$

где символы $\wedge$, $\vdash$, $\Rightarrow$ использованы с целью формализации записи и читаются как «и», «дает», «влечет».

Для упрощения понятия задачи принимаем, что выражение $Q \wedge Y \vdash F \Rightarrow X$ не имеет самостоятельного значения и сводится к (1).

Если задано соотношение $Q \vdash F \Rightarrow Y$, то будем говорить, что задача *не определена*. Чтобы определить ее, нужно задать X, т. е. извлечь из внешней среды необходимую информацию. Соотношения $X \vdash F \Rightarrow Y$ и $X \wedge Y \vdash F$ вообще не имеют смысла.

Станем различать задачи первого и второго рода.

Определение 2. *Четверка* $T1 = \langle X, Q, F, Y \rangle : : (X \wedge Q \vdash F \Rightarrow Y) \vee (X \wedge Q \wedge Y \vdash F)$ *называется задачей первого рода.*

Определение 3. *Четверка* $T2 = \langle X, Q, F, Y \rangle : : (X \wedge Q \wedge F \vdash Y)$ *называется задачей второго рода.*

Через $T2^A$ будем обозначать задачу, у которой F представлено приемлемым алгоритмом [1] или алгоритмическим предписанием.

Обозначение $T2^P$ свидетельствует о том, что приемлемый алгоритм или алгоритмическое предписание F задачи $T2$ реализованы на языке конкретной ЭЦВМ. Следуя [1], задачи первого рода $T1$ назовем *проблемными*, а задачи $T2$ — *непроблемными*.

Пусть все множество словесных задач, с которыми человек сталкивается в своей речевой деятельности, задано конечным множеством $\Gamma_0 = \{T_1, T_2, \ldots, T_s\}$, причем T_i $(T_i \in \Gamma_0)$ $(i = 1, 2, \ldots, s)$ представлены только задачами первого рода, т. е. $\forall T_i\,(T_i = T1)$, где $\forall$ — квантор всеобщности. Моделирование процесса решения человеком словесных задач заключается в формировании конечного множества $\Gamma_2\,\{T_1, T_2, \ldots, T_t\}$ такого, что $\forall T_i\,(T_i = T2)$. Очевидно, что переход от множества Γ_0 к множеству Γ_2 осуществляется не непосредственно, а через множество $\Gamma_1 = \{T_1, T_2, \ldots, T_v\}$, причем $\forall T_{i_{T_i \in \Gamma_1}}\,(T_i = T1 \vee T2^A \vee T2^P)$, где символ $\vee$ обозначает операцию разделительное «или».

Пусть на множествах Γ_0, Γ_1, Γ_2 задана операция непосредственного вхождения, которая вводится следующим определением.

Определение 4. *Будем говорить, что задача T_i входит в задачу T_j (или задача T_j включает в себя задачу T_i), если результат решения T_i используется при решении T_j.*

Эту операцию обозначим как $T_i \to T_j$ и станем считать, что «T_i непосредственно входит в T_j» или «T_j непосредственно включает в себя T_i». Операция непосредственного вхождения удовлетворяет двум условиям:

1) данная операция не коммутативна, т. е. $\forall T_i \forall T_j (T_i \to T_j \neq \neq T_j \to T_i)$;

2) $\neg \forall T_i \neg \forall T_j \neg \forall T_k (T_i \to T_j \wedge T_j \to T_k \Rightarrow T_i \to T_k)$.

Если $T_1 \to T_2 \to \ldots T_k$, то зависимость T_k от T_1, или то, что без решения задачи T_1 нельзя решить T_k, обозначается как $T_1 \xrightarrow{k-2} T_k$. Целое число $k-2$ над стрелкой указывает на количество промежуточных задач, связывающих T_1 и T_k.

Введенная операция непосредственного вхождения показывает связи между задачами и определяет иерархическую структуру словесных задач, на которую накладывается

Ограничение 1. Иерархическая структура задач не должна иметь ориентированных циклов, т. е. $\forall \nu \neg \exists T_i \neg \exists T_j ((T_i \xrightarrow{\nu} T_j) \wedge (T_j \xrightarrow{\nu} T_i))$ $(\nu = 0, 1, \ldots)$. В противном случае задачи, охваченные обратной связью, требуется объединить в одну. Несоблюдение введенного ограничения может осложнить работу с иерархической структурой задач [2].

Определение 5. *Если задачи $T_1, T_2, \ldots, T_k$ непосредственно входят в задачу T_i, т. е. $(T_1 \to T_i) \wedge (T_2 \to T_i) \wedge \ldots$ в $\ldots \wedge (T_k \to T_i)$, то решение задачи T_i возможно только при условии решения всех задач $T_1, T_2, \ldots, T_k$, т. е. $\bigwedge_{j=1}^{k} T_j \to T_i$.*

Определение 6. *Если $\neg \exists T_i ((T_i \to T_j) \wedge (T_j \in \Gamma_2))$, то задача T_j называется элементарной; если $T_j \in \Gamma_0$, то она называется начальной. Если $T_j \in \Gamma_1$ и выполняется условие, что $\neg \exists T_i (T_i \to T_j)$, то задача называется элементарной, когда $T_j = T2^P$, и начальной, когда $T_j = T1 \vee T2^A$. Здесь $\exists$ — квантор существования.*

Разобьем все множество задач по уровням. Первый составят элементарные, или начальные задачи, которые обозначим через T_i (1). Задача T_j будет принадлежать x-уровню, если $\exists T_i (1) (T_i (1) \xrightarrow{x-2} T_j)$. Этот факт обозначим как $T_j (x)$. Допустимы случаи, когда справедливо соотношение

$$\forall x \exists T_i (x) (T_i (x) \to T_j (x + \nu)) \quad (\nu = 2, 3, 4 \ldots). \qquad (4)$$

Определение 7. *Рангом задачи T_i называется число всех задач, зависящих от T_i.*

Ранг задачи обозначим через $R(T_i)$ [3].

Ранг задачи $T_i(x)$ определяется по формуле

$$R(T_i(x)) = \sum_{\nu=1}^{l_x} T_j(x+\nu). \tag{5}$$

При этом $\forall\nu \left(T_i(x) \xrightarrow{\nu-1} T_j(x+\nu)\right)$ с учетом (4). Ранг задачи позволяет установить ее приоритет. В формуле (5) величина $T_j(x + l_x)$ обозначает задачу, которая не входит ни в какую другую, т. е. $\neg\exists T_k(x+l_x+1)(T_j(x+l_x) \to T_k(x+l_x+1))$, и ее ранг равен нулю.

Определение 8. Сложностью задачи $T_i(x)$ называется число всех задач, которые в нее входят. Сложность задачи обозначим через $C(T_i(x))$ и будем определять ее по формуле

$$C(T_i(x)) = \sum_{\nu=1}^{x-1} T_j(x-\nu), \tag{6}$$

причем $\forall\nu \left(T_j(x-\nu) \xrightarrow{\nu-1} T_i(x)\right)$ с учетом (4).

Иерархическая структура словесных задач формируется с помощью ЭЦВМ, использующей в качестве входной информации массив задач, каждой из которых ставится в соответствие одна или несколько задач, непосредственно входящих в нее. Очевидно, что в результате формирования Γ_0 получим такие задачи T_j, для которых справедливо утверждение $\exists T_j \neg\exists T_i \neg\exists T_k (T_i \to T_j \to T_k)$. В процессе решения таких задач осуществляется переход к задачам T_i, для которых выполняется условие $\exists T_j \exists T_i (T_j \to T_i)$ или $\exists T_i \exists T_j (T_i \to T_j)$. Для задач множества Γ_2 выполняется условие $\forall T_j \exists T_i \exists T_k (T_i \to T_j \vee T_j \to T_i \vee T_i \to T_j \to T_k)$.

Предварительно формирование и работа с иерархической структурой словесных задач проводились на множестве Γ_0' $(\Gamma_0' \subset \Gamma_0)$, мощность которого равнялась 21. В результате моделирования процесса решения этих задач на ЭЦВМ было получено множество Γ_2' $(\Gamma_2' \subset \Gamma_2)$, мощность которого была равна 28. Все множество задач распределилось по четырем уровням. Для данной структуры $R_{\max}\left(T_i(1)_{T_i \in \Gamma_2'}\right) = 13$, а $C_{\max}\left(T_i(4)_{T_j \in \Gamma_2'}\right) = 10$. Интересно отметить, что выделенные в процессе перехода от Γ_0' к Γ_2' шесть элементарных задач первого уровня (1) узнавание буквы или слова; 2) разделение слова на буквы или словосочетания на слова и т. д.) подтвердили предположение [4] о том, что существуют такие информационные процессы, без которых человек не может обойтись как при решении различного рода словесных задач, так и при обучении.

По сути, элементы множества Γ_2 представляют собой подпрограммы, к которым обращались или непосредственным указанием номера подпрограммы, или в ряде случаев указанием класса задач, к которому относилась задача, подлежащая решению.

Конкретный выбор подпрограммы осуществлялся системой, обслуживающей иерархическую структуру словесных задач, в результате анализа входной информации.

Детальная разработка множества Γ_2 позволит перейти к созданию информационного языка, предназначенного для непосредственного общения с ЭЦВМ в режиме диалога.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков В. М. и др. Человек и вычислительная техника. Киев, «Наукова думка», 1971. 290 с.

2. Романенко И. П. Анализ функциональных подсистем автоматических систем планирования и управления. Тезисы докл. I конф. по оптимальному планированию и управлению народным хозяйством. М. 1971, с. 38—43.

3. Чумаченко Н. Г., Айвазян Ю. А., Трум В. Е. Классификация задач автоматизации управления производством. «Экономика и математические методы», IV, 1, с.108—112.

4. Фейгенбаум Э. Моделирование вербального обучения. Сб. «Вычислительные машины и мышление». М., «Мир», 1967, с. 168—173.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОЦЕНКИ СИЛОВЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КАК ПАРАМЕТРЫ, КОДИРУЮЩИЕ ОБРАЗ, И СВЯЗЬ ЭТИХ ОЦЕНОК С ПАРАМЕТРАМИ ТЕРМОДИНАМИКИ

В. В. Морозов

На каком-либо поле рецепторов при раздражении его всегда создаются пространственные комбинации возбужденных клеток, которые способны взаимодействовать друг с другом. Природа указанного взаимодействия может быть различной, однако несомненно, что оно (по крайней мере, в течение некоторого промежутка времени) сохраняет в себе особенности образа-воздействия, вызвавшего соответствующее раздражение рецепторов.

В связи с этим целесообразно проанализировать силовые взаимодействия элементов простейших систем и определить возможности использования их численных оценок в качестве параметров, несущих информацию об образе-воздействии, являющемся причиной появления силового взаимодействия.

В качестве объекта исследования выберем решетку, ячейки которой представляют собой равносторонние треугольники. Предположим, что в узлах данной решетки могут располагаться одинаковые шары, диаметр которых равен стороне ячейки решетки. Это означает, что при заполнении всех узлов решетки шарами последние будут уложены наиболее плотно.

С помощью шаров (как в мозаике) на решетке могут собираться различные фигуры — образы. Будем рассматривать их как информацию, записанную шарами на решетке. Попытаемся оценить указанную информацию количеством информации по Шен-