

Академик АН ГрузССР В. В. ЧАВЧАНИДЗЕ

## К ВЕРОЯТНОСТНО-КОНЦЕПТУАЛЬНЫМ ПРИНЦИПАМ ОРГАНИЗАЦИИ ПАМЯТИ

Известно множество теорий и гипотез об организации памяти (<sup>1, 2</sup>), однако существует ряд таких особенностей человеческой памяти, которые не позволяют считать их удовлетворительными. Формально-нейрональные (<sup>3, 4</sup>), автоматные (<sup>5</sup>) или иные модели памяти (<sup>6-8</sup>) также не решили эту задачу. Самой существенной особенностью естественной человеческой памяти следует считать ее творчески активный характер. Иначе говоря, вспоминая находит в своей памяти такие решения, воспоминания, такие «картины», «образы», «комбинации» ранних знаний, которые он сознательно не переживал и которые не вносились и не могли быть внесены ни им, ни кем-либо другим.

Теорию организации естественной концептуальной памяти можно свести к следующим принципам.

I. Атомарно-логико-вероятностный принцип организации памяти.

Слово «атомарный» надо понимать в смысле «неделимости» «крайних» кирпичиков хранения информации. Внешние сигнальные поля произвольной первоначальной модальности, конвергирующие на перцептивных нейронных сетях, срабатывают таким образом, что оконечные нейроны (нижний слой в иерархии нейронных слоев) изолированно и независимо друг от друга меняют степень проводимости входных или выходных аксонов и дендритов (меняется удельная проводимость  $\rho$ ) от данного нейрона к соседним или глубинным нейронам последующих слоев. Континуальный характер изменения  $\rho$  от  $\rho_{\max}$  (примем условно за 1) до  $\rho_{\min}$  (примем условно за 0) обеспечивается механизмом «наматывания» слоя миелинового типа на тело аксона, осуществляемого окружающими нейроглиальными клетками (<sup>9, 10</sup>). Каким-то образом каждый раз, когда одна и та же картина конвергирует на данную ассоциацию нейронов, проводимость  $\rho$  меняется на определенный квант  $\Delta\rho_0$  (например,  $\Delta\rho_0 = \rho_{\max}/n$ , где  $n$  — порядка  $10^2-10^4$ ). Гетерогенность проявлений локальных элементов картины создается за счет обратных сигнальных связей, идущих от нейроглиальных клеток, распределенных по всей толще нейронных слоев.

Предположим, что нейроглиальные клетки фиксируют частоту появления одних и тех же дискретно-логических сигналов на заданном нейроне, находящемся в окружении нейроглиальных клеток. Назовем эту ассоциацию мемороном. Поле вероятностных событий  $F$  при конвергенции на некоторой области меморонов опишем с помощью  $n \times n$  матрицы  $m = \{\rho_{ij}^{\sigma_{ij}}\}$ , где  $(i, j) \in I = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ . При этом каждое  $\sigma_{ij}$  равно 1, если событие  $A_{ij}$ , и равно 0, если событие  $\bar{A}_{ij}$ , где все  $A_{ij} \in F$ , а  $\rho_{ij}^{\sigma_{ij}}$  суть либо  $P_{ij}^1 = P_{ij}$ , либо  $P_{ij}^0 = \bar{P}_{ij} = 1 - P_{ij}$ .

Каждый меморон имеет независимую от других меморонов нормировку. Этот новый принцип атомарно-локальной независимой нормировки всех переменных был ранее положен нами в основу подхода к построению теории вероятностных переключательных функций (<sup>11</sup>) и теории автоматов (<sup>12</sup>).

Пусть задано  $N$  меморонов ( $N = n^2$ ). Опишем их при помощи  $2N$  ин-

версно-атомарных переменных  $(^{19}) P_k$  и  $\bar{P}_k$  ( $k \in I = \{1, 2, \dots, N\}$ ). Над инверсными событиями  $A_k$  и  $\bar{A}_k$  будем оперировать двумя теоретико-множественными операциями ( $\cup, \cap$ ), а над соответствующими значениями вероятностей  $P_i$  и  $\bar{P}_i$  — операциями  $(^{14}, ^{12}) (+, \cdot)$ .

II. Принцип материально-физической фиксации значений вероятностей поля меморонов для всех  $P_k$  и  $\bar{P}_k$  ( $k \in I = \{1, 2, \dots, N\}$ ) осуществляется тем, что мемороны сдвигами  $\Delta\rho_0$  реагируют на частоту появления одного из инверсных сигналов так, что соответственно меняются относительные проводимости  $\rho$  всех входных и выходных аксонов нейрона данного меморона. Следует предположить, что  $\rho$  от сигнала одной полярности растёт, а при другой — убывает. Характер изменения в зависимости от частоты события данной полярности ( $v(A_k)$  или  $v(\bar{A}_k)$ ) нелинейный, и его необходимо установить экспериментально. Следует предположить, что для части массы меморонов начальные значения  $\rho$  близки к  $\rho_{\max}$ ,  $\rho_{\min}$  и  $\rho_{\text{opt}}$ , где  $\rho_{\text{opt}} \sim \rho_{\max}/2$ . Вероятность осуществления какой-либо конкретной картины  $A$  от объектов  $\{a_1, \dots, a_n\}$ , принадлежащих образу  $\check{A}(a)$  ( $A \subset \check{A}(a)$ ) на  $N$  меморонах может быть определена как многокомпонентная вектор-матричная величина, в которой все  $N$  компонент заданы в бинарной форме

$$\check{P}(\check{A}) = \{P_1(A_1^{a_1}), P_2(A_2^{a_2}), \dots, P_N(A_N^{a_n})\},$$

соответствующей картине, заданной на  $N$  меморонах,  $\check{A} = \{A_1^{a_1}, A_2^{a_2}, \dots, A_N^{a_n}\}$ , где  $\sigma_k$  равно 1, если имеем событие  $A_i$ , и равно 0, если имеем событие  $\bar{A}_i$ . Нормировка атомарная,  $P_i + \bar{P}_i = 1$ . Следовательно,  $A_i \cup \bar{A}_i = \Omega$ ,  $\Omega$  — символ достоверности осуществления события  $A_i$  или  $\bar{A}_i$  для «мира объектов» уровня  $l$  (например, «домашние собаки»). Если задано  $P(A)$  (конкретное), то автоматически известно и  $\bar{P}(A) = P(\check{A}) = \{\bar{P}_1(A), \dots, \bar{P}_N(A)\}$ . Каждой конкретной  $(\check{A})'$  соответствует целый класс  $P(A)$ , могущий породить данное  $(A)$ , и, наоборот, заданное  $P(A)$  порождает (генерирует при совершении над каждым  $P_k$  операции типа Монте-Карло) целый класс картин  $(A')$ ,  $(A'')$ ,  $\dots$ ,  $(A^{(s)})$ , соответствующих образу («конценту»)  $C$  объектов  $a_1, a_2, \dots, a_n$ . Структура меморонов вероятностного поля  $F(A)$  при этом запечатлевает картину — образ  $CF(A) = C_A$  путем установления некоего распределения значения параметров проводимостей  $\rho_k$  ( $k \in I = \{1, 2, \dots, N\}$ ) для всех  $N$  меморонов. Таким образом, фиксированное значение  $\rho_k$  соответствует тому значению  $P_k(C_A)$ , которое определяется как величина, пропорциональная частоте данного полярного сигнала на  $k$ -м мемороне и материально физически фиксируемая как «толщина» или «тонина» слоев у аксонов  $k$ -го нейтрона. Следовательно,  $P_k(C_A) \simeq v_k(C_A) / (v_k(C_A) + \bar{v}_k(C_A))$ .

Возникшая фиксированная материальная структура меморонов поля  $CF(A) = C_A$  и будет называться образ-концептом (образом) класса объектов  $\{a_1, a_2, \dots, a_n, \dots\}$  в головном мозге. Эту структуру поля меморонов, поскольку она топологически закреплена на нейронах и нейронные, следует называть концептуальным ансамблем меморонов (кам) заданного образа (концепта  $(^{13})$ , образ-концепта). Иногда их будем называть мемополями. Картины, возникшие с данного кама (мемополя), конечно, уже не будут соответствовать последовательности тех картин, которые были источником образования  $P(C_A)$ . Это самое важное утверждение теории организации концептуальной памяти. При  $r \rightarrow \infty$   $P(C_A)$  будет стремиться к определенному пределу, и поэтому порождаемые его соответствующим мемополем картины будут все более и более совершенными, многообразными, истинно творческими и отражающими реальность.

Итак, вероятностные образ-концепты, хранящиеся в головном мозге (в канах  $(^{14}, ^{15})$  и камах), в процессе дедукции операция «выдачи данных» типа Монте-Карло над каждым  $\rho_k$  мемополя оказываются потен-

циально «богаче» обучающей (индуктивной) последовательности предъявленных «начальных» объектов (из-за невообразимого числа сочетаний значений различных  $\rho_k$  на всем мемополе), осознаваемых мозгом индивидуально, раздельно, неполностью и часто пространственно-временно-разделенно (через долгое время и в другом месте).

Институт кибернетики  
Академии наук ГрузССР  
Тбилиси

Поступило  
17 V 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Ф. Розенблат, Принципы нейродинамики, М., 1965. <sup>2</sup> Р. Берл, Сб. Принципы самоорганизации, М., 1966. <sup>3</sup> J. S. Fonseca, Neuronal Models, Lisbon, 1966. <sup>4</sup> W. S. McCulloch, W. Pitts, Bull. Math. Biophys., v. 5, 115, 133 (1943). <sup>5</sup> Сб. Автоматы, под ред. Дж. Маккарти и К. Э. Шеннона, М., 1956. <sup>6</sup> И. С. Беригашивили, Сб. Биологические основы следов памяти, XVIII Международн. психологич. конгр., М., 1966. <sup>7</sup> Д. Габор, Зарубежная радиоэлектроника, т. 61, № 4 (1970). <sup>8</sup> Ф. Вестлайк, Сб. Кибернетические проблемы бионики, ч. II, М., 1972. <sup>9</sup> R. Galambos, Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., v. 47, 129 (1961). <sup>10</sup> А. И. Ройтбак, Нейрофизиология, т. 1, № 2 (1969). <sup>11</sup> В. В. Чавчанидзе, Сообщ. АН ГрузССР, т. 51, № 2 (1968). <sup>12</sup> В. В. Чавчанидзе, там же, т. 59, № 2 (1970). <sup>13</sup> В. В. Чавчанидзе, там же, т. 61, № 1 (1971). <sup>14</sup> V. Chavchanidze Self-Organization of Discrete Systems, Actes du 6 Congrès International de Cybernetique, Namurc (Belgique), 1972. <sup>15</sup> В. В. Чавчанидзе, Матер. коллоквиума по: Центуальному системному анализу естественных и искусственных систем, Батуми, 24—28 апреля, 1973, Тбилиси, 1973, стр. 59.