

УДК 51:153:681.3.05

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО СРАВНЕНИЮ ЗРИТЕЛЬНОГО "ВОСПРИЯТИЯ" МАШИНЫ С ВОСПРИЯТИЕМ ЧЕЛОВЕКА

А.С. Нудельман

Представление о механизме восприятия зрительной информации (линейчатых картин), изложенное в [1] и [2], включает в себя понятия, формализованные настолько, что можно попытаться на базе этих понятий построить автомат, имитирующий восприятие линейчатых картин. Оценить качество "восприятия", проявляемого этим (да и любым) автоматом, можно, по-видимому, только в сравнении с восприятием, реализуемым человеком.

Цель данной работы — ответить на вопрос: насколько успешно можно имитировать восприятие человеком линейчатых картин машиной, в основу работы которой заложены принципы, описанные в [1] и [2]. Для ответа на этот вопрос проведен эксперимент и вычислены типичность (I метод оценки качества восприятия) и показатель маскировки (II метод оценки) машинного "восприятия".

Эксперимент проводился в три этапа:

1. Составлена программа* (назовем ее ПН-06), которая любую линейчатую картину относит либо к цифре "0", либо к цифре "6", имеющей естественную ориентацию. В этой программе формализовано представление автора о цифрах "0" и "6". Ясно, что если исходные понятия, принятые для формализации, выбраны неудачно, то невозможно составить удовлетворительно работающую программу.

2. Составлено множество (P) картин и проведено тестирование 52-х человек. При тестировании задавался вопрос: идея ка-

* Для ЭВМ "Минск-22"

кой цифры: 0 или 6, по Вашему мнению, больше присутствует в этой картинке? При этом оговаривалось, что: а) ассоциации должны быть связаны с цифрами 0 и 6, находящимися только в естественном положении, которое соответствует обычному написанию; б) идея цифры должна быть связана не с какой-то незначительной частью картинки, а со всей картинкой в целом; в) при ответе необходимо назвать точно одну цифру. Множество P специально содержало картинки, которые допускали различные ответы (для различных людей) на тестовый вопрос. Картина из P считалась изображением "0" ("6"), если большинство тестируемых отнесло эту картину к "0" ("6"). Картины с равным числом противоположных ответов интереса не представляли и были исключены из эксперимента. В связи с этим будем считать, что в P любая картина изображает либо цифру "0", либо цифру "6".

3. Проведена классификация картин из P программой ПН-06.

Для любой картины k из P определим $\alpha(k)$ как отношение числа тестируемых, давших "правильный" ответ, к общему числу тестируемых. Вообще говоря, любой ответ тестируемого является правильным, поскольку он выражает личное мнение отвечающего на вопрос теста. Поэтому здесь "правильный" — это "согласующийся с ответом большинства людей, участвовавших в тестировании".

Пусть множество картин P' является подмножеством P и состоит из картин $k_1, k_2, \dots, k_l$. Тогда величину $\frac{\sum \alpha(k_i)}{l}$ назовем качеством множества P' и будем обозначать через $\alpha(P')$.

Выделим в P два подмножества — P_1 и $P_{0,8}$ (множества P_1 и $P_{0,8}$ приведены в приложении):

$$k \in P_1 \iff \alpha(k) = 1,$$

$$k \in P_{0,8} \iff 0,76 < \alpha(k) < 0,85.$$

Очевидно, что $\alpha(P_1) = 1$. Из эксперимента установлено, что $\alpha(P_{0,8}) = 0,815$.

Часть эксперимента, ограниченная множеством P_1 , является, по сути, экспериментом по распознаванию образов. Здесь от

участника эксперимента требуется только знание изображения цифр 0 и 6. Часть эксперимента, ограниченная множеством $P_{0,8}$, выявляет, на наш взгляд, уже не только знание, но и психологию восприятия. Поэтому, если мы хотим сравнивать именно восприятия (т.е. знания и психологию), нам необходимо экспериментировать с множествами картин самых различных качеств. В данной работе мы ограничимся только двумя множествами.

Приступим к оценке качества "восприятия" программы ПН-06.

I метод оценки: метод типичного восприятия.

Этот метод базируется на двух определениях. Пусть W — множество восприятий, R — множество картин мощности N и $\alpha(R)$ — качество множества R , установленное с помощью восприятий из W , тогда:

типичное восприятие есть такое восприятие, которое на множестве R совершает точно $N(1-\alpha(R))$ ошибок;

типичность $\tau(w)$ индивидуального восприятия w равна

$$\tau(w) = \frac{N-Q}{N \cdot \alpha(R)},$$

где Q — число ошибок восприятия w на множестве R .

Из определений следует, что типичность типичного восприятия всегда равна I, а для произвольного восприятия w :

$$0 \leq \tau(w) \leq \frac{1}{\alpha(R)}.$$

В задаче распознавания, т.е. при $\alpha(R) = I$, типичность представляет собой надежность распознавания.

В нашем случае

$$\tau(\text{ПН-06}) = I \text{ на множестве } P,$$

и

$$\tau(\text{ПН-06}) = I.03 \text{ на множестве } P_{0,8}.$$

II метод оценки: метод игры Тьюринга.

Тьюринг [3] дал функциональное определение искусственного интеллекта. Суть определения состоит в том, что проводится "игра в имитацию". Участвуют в этой игре два человека и машина. Один человек, задавая вопросы двум своим собеседникам (другому человеку и машине) и получая от них ответы, должен по

характеру этих ответов узнать, который из собеседников является машиной. Если задающий вопросы достаточно долго не может выполнить свою задачу, то считается, что машина обладает интеллектом.

Подобную игру можно формально провести и на результатах данного (и любого аналогичного) эксперимента. Покажем это в общем случае.

Представим результаты эксперимента в виде прямоугольной матрицы (α_{ij}) , $0 \leq i \leq M$, $1 \leq j \leq N$. Здесь α_{ij} при $i > 0$ — ответ i -того тестируемого t_i при восприятии j -той картины, α_{0j} — "ответ" исследуемого зрительного анализатора t_0 , M — число тестируемых и N — число картин в множестве R .

Рассмотрим тройку $\langle \alpha_{ij}, \alpha_{kj}, \alpha_{0j} \rangle$, $i \neq k$, $i \neq 0$, $k \neq 0$. Интерпретируем эту тройку следующим образом: t_i показывает j -тую картину t_k и t_0 и задает им тестовый вопрос. Определим значение функции f на данной тройке:

$$f(\langle \alpha_{ij}, \alpha_{kj}, \alpha_{0j} \rangle) = \begin{cases} 0, & \text{если } \alpha_{kj} = \alpha_{0j}, \\ -1, & \text{если } \alpha_{kj} \neq \alpha_{0j} \text{ и } \alpha_{ij} \neq \alpha_{0j}, \\ +1, & \text{если } \alpha_{kj} \neq \alpha_{0j} \text{ и } \alpha_{ij} = \alpha_{0j}. \end{cases}$$

Интерпретируем функцию f . Значение f равно нулю: t_i не может выделить t_0 из пары $\{t_k, t_0\}$, поскольку их ответы совпадают; значение f равно -1 : t_i обнаруживает t_0 в паре $\{t_k, t_0\}$, поскольку t_i считает, что ответ, отличающийся от собственного мнения t_i о j -той картине, может дать только t_0 ; значение f равно $+1$: t_i принимает t_k за t_0 , т.е. t_0 сумел ввести t_i в заблуждение. Далее, на паре $\langle t_i, t_k \rangle$, $i \neq k$, $i \neq 0$, $k \neq 0$, определим значение функции φ :

$$\varphi(\langle t_i, t_k \rangle) = \begin{cases} 0, & \text{если } z = \sum_{j=1}^N f(\langle \alpha_{ij}, \alpha_{kj}, \alpha_{0j} \rangle) = 0, \\ +1, & \text{если } z > 0, \\ -1, & \text{если } z < 0. \end{cases}$$

И, наконец, показатель маскировки $\mu(t_0)$ (на множестве картин R) исследуемого зрительного анализатора определим как величину, равную

$$\frac{\sum_{i \neq k}^{i,k} \varphi(<t_i, t_k>)}{M(M-1)} + 1.$$

Показатель маскировки всегда ≥ 0 . Если любой t_i узнаёт t_0 в сравнении с любым другим t_k , то $\mu(t_0) = 0$.

В нашем случае

μ (ПН-06) = I на множестве P_1 ,

и

μ (ПН-06) = I, I на множестве $P_{0,8}$.

В заключение ответим на первоначальный вопрос. Как показывают результаты эксперимента, основываясь на понятиях, введенных в [1] и [2], можно построить автомат, имитирующий восприятие линейчатых картин вполне удовлетворительно.

Автор считает своим приятным долгом выразить благодарность Н.Г. Загоруйко и К.Ф. Самохвалову за ряд полезных замечаний, высказанных при обсуждении постановки данного эксперимента.

Л и т е р а т у р а

1. НУДЕЛЬМАН А.С. Об одном формализованном подходе к изучению зрительного восприятия. Настоящий сборник, с.36-78.
2. НУДЕЛЬМАН А.С. Активное восприятие зрительной информации. Настоящий сборник, с.79-83.
3. ТЬЮРИНГ А. Может ли машина мыслить? М., Физматгиз, 1960.

Поступила в ред.-изд.отд.
28 апреля 1973 года

Приложение

P_1

1	1	6	6	0	6	0	6	6	6
0	6	6	6	6	0	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	0	6	6	6
6	0	6	6	6	6	6	6	6	6
0	6	6	0	6	6	6	6	6	6
0	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

$P_{0,8}$

1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Вид картины указан внизу. Звездочкой отмечены картины, на которых программа ПН-06 ошиблась