

УДК 004.8:519.86/.87

Некоторые приложения математической теории роботов с неабсолютной памятью

А. Н. Полещук^{1, 2}

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет
Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Группа компаний ИВС; Россия, 614007, г. Пермь, ул. Н. Островского, 65
info@ics.perm.ru; +7 342 219-65-00

Приведены основные математические модели, описывающие психологию цифровых двойников человека. Описаны возможные практические приложения моделей в практической деятельности компаний.

Ключевые слова: цифровой двойник; робот; психология; математическое моделирование; практика.

DOI: 10.17072/1993-0550-2020-1-57-59

Введение

Начиная с 2009 г. в Пермском государственном национальном исследовательском университете проводятся исследования по построению математических моделей психологического поведения эмоциональных роботов, способных забывать информацию [1, 2]. Такие роботы в одних работах авторов названы *роботами с неабсолютной памятью* [2], в других работах – *цифровыми двойниками (человека)* [3].

Отметим то, что исследования троих молодых ученых ПГНИУ, принимавших ранее и принимающих по сей день участие в создании математических моделей цифровых двойников, финансировались Фондом содействия инновациям по программе УМНИК [4]. Двое из победителей программы УМНИК – аспирантов ПГНИУ – защитили диссертации на соискание ученых степеней кандидатов физико-математических наук по математическому моделированию психологии роботов с неабсолютной памятью.

В настоящей статье опишем некоторые, на наш взгляд возможные, практические приложения математических моделей цифровых двойников, применимые к деятельности производственных учреждений.

Некоторые положения математической теории цифровых двойников

Приведем основные соотношения математической теории цифровых двойников, которые, на наш взгляд, имеют прямой выход на практику. Пожалуй, основной формулой для описания психологического поведения цифровых двойников является формула эмоционального воспитания, которая имеет вид:

$$R_i = r_i + \theta_i R_{i-1}, \quad (1)$$

где i – порядковый номер воспитательного такта [2, 3], r_i – элементарное воспитание робота, полученное им в конце такта i , R_i – суммарное воспитание, полученное роботом в конце такта i , θ_i – коэффициент памяти для такта i , $0 < \theta_i \leq 1 - \delta$, $0 < \delta = const < 1$.

Предполагая справедливость соотношений

$$r_i = q = const, \quad \theta_i = \theta = const, \quad (2)$$

можно записать равенство (1) в виде:

$$R_i = q + \theta R_{i-1}. \quad (3)$$

Легко видеть, что в рамках допущений (2) соотношение (3) представляет собой сумму членов геометрической прогрессии, которая описывается известной формулой [5]:

$$R_i = q \frac{1 - \theta^i}{1 - \theta}. \quad (4)$$

Пусть n – количество полных воспитательных циклов [2, 3], m_n – количество непрерывных воспитаний в воспитательном цикле с номером n , k_n – количество пропущенных воспитаний в этом же воспитательном цикле, θ_n – коэффициент памяти робота ($\theta_n \in (0, 1 - \delta]$, $0 < \delta < 1$, $\delta = const$) в полном воспитательном цикле с порядковым номером n , q_n – элементарное воспитание (эмоциональное воздействие) у робота, возникшее в полном воспитательном цикле с порядковым номером n .

В работах [2, 3] на основе формулы (4) получено соотношение, позволяющее вычислять численное значение интереса Δ_n цифрового двойника к воспитательному процессу:

$$\Delta_n = \frac{\theta_n^{k_n} (1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right)}{q_n \theta_n^{m_{n-1}} + \theta_n^{m_{n-1}} (\theta_n - 1) F_{m_{n-1}, k_{n-1}}}, \quad (5)$$

где

$$F_{m_1, k_1} = q_1 \theta_1^{k_1} \frac{1 - \theta_1^{m_1}}{1 - \theta_1},$$

$$F_{m_{n-1}, k_{n-1}} = \theta_{n-1}^{k_{n-1}} \left(q_{n-1} \frac{1 - \theta_{n-1}^{m_{n-1}}}{1 - \theta_{n-1}} + \theta_{n-1}^{m_{n-1}} F_{m_{n-2}, k_{n-2}} \right),$$

$$F_{m_0, n_0} = 0.$$

Зная величину Δ_n , из равенства (5) трудно найти величину k_n , которая будет удовлетворять соотношению

$$k_n = \log_{\theta_n} \frac{\Delta_n [q_n \theta_n^{m_n-1} + (\theta_n - 1) \theta_n^{m_n-1} F_{m_{n-1}, k_{n-1}}]}{(1 - \theta_n) \left(q_n \frac{1 - \theta_n^{m_n}}{1 - \theta_n} + \theta_n^{m_n} F_{m_{n-1}, k_{n-1}} \right)}. \quad (6)$$

В работе [2] приведена формула, позволяющая вычислять темперамент L_i цифрового двойника относительно всех темпераментов членов группы цифровых двойников. Эта формула имеет вид

$$L_i = \frac{1}{a} \max_t \left| \frac{dM_i(t)}{dt} \right|, \quad (7)$$

где $a = \max_{i,t} \left| \frac{dM_i(t)}{dt} \right|$, $i \in [1, n]$, n – количество цифровых двойников в группе, i – порядковый номер двойника в группе, $M_i(t)$ –

эмоция [2, 3] двойника с номером i , t – текущее время действия эмоции.

В работе [2] приведено соотношение, позволяющее вычислять величину δ достижения роботом с неабсолютной памятью поставленной воспитательной цели. Это соотношение имеет вид

$$\delta = \frac{(A, R)}{|A|^2}, \quad (8)$$

где $A = (a_1, \dots, a_m)$ – вектор цели, $\sum_{i=1}^m a_i^2 > 0$,

$R = (R_1, \dots, R_m)$ – вектор реального состояния объекта. Чем ближе величина δ к единице, тем ближе реальное состояние объекта к достижению цели.

Возможное использование моделей в практической деятельности

Благодаря соотношению (3) при $q \equiv 0$, что соответствует фиктивным воспитательным тактам [2, 3], можно приближенно вычислить коэффициент памяти θ человека по формуле

$$\theta = \frac{R_i}{R_{i-1}}. \quad (9)$$

Очевидно то, что, чем больше величина θ , тем лучше эмоциональная память человека.

Соотношение (9) возможно использовать при отборе сотрудников компаний, например, для выполнения конкретных заданий, требующих обладания сотрудниками хорошей эмоциональной памятью. Используемые в соотношении (9) численные воспитания человека можно определить с помощью компьютерной программы компании ELSYS [6] на основе подсчета микровибраций головы человека.

Для измерения информационной памяти человека можно применять математические модели, предложенные в работе [2] с использованием при расчетах компьютерной программы *CMemory* [7].

Отметим, что в работе [8] показано, что относительная погрешность отклонения результатов верификации моделей натурными экспериментами при вычислении коэффициентов информационной памяти не превышает 24 %. Благодаря соотношению (6) можно составлять график выхода передач СМИ, трансляции рекламных видеороликов, например по телевидению, при сохранении постоянного

интереса $\Delta_n = \Delta = const$ к передаче за счет вычисления количества пропусков передач k_n , зависящих от интереса и количества непрерывных трансляций передачи m_n .

Соотношение (7) возможно использовать при подборе сотрудников компании для выполнения поставленной конкретной задачи. Например, холерики, которые часто ошибаются, склонны к решению творческих задач, сангвиники – наиболее трезво оценивают ситуацию, меланхолики способны долго заниматься рутинной работой, а флегматики могут всю жизнь выполнять одну и ту же работу.

В настоящее время разработана специальная компьютерная программа, позволяющая вычислять преобладающий темперамент человека по голосу [2]. Верификация натурными экспериментами позволила сделать вывод о том, что относительная погрешность отклонения вычисленных преобладающих темпераментов от экспериментальных, полученных с помощью психологических тестов, не превышает 12 %.

Соотношение (8) позволяет строить различные рейтинги, когда цель и реальное состояние объекта описываются векторами, состоящими из отдельных показателей. Эти рейтинги основаны на вычислении величин δ для каждого участника рейтингового исследования с последующим упорядочиванием этих величин.

Заключение

Отметим то, что возможны и другие приложения математических моделей цифровых двойников в практической деятельности человека, вплоть до составления психологически комфортного для спортсменов графика тренировок [2].

В настоящей статье описаны лишь наиболее явные возможности использования результатов математической теории роботов с неабсолютной памятью, которые могут быть внедрены в деятельность производственных компаний при условии выполнения дополнительных экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Пенский О.Г., Зонина П.О., Муравьев А.Н., Ожгибесова Ю.С. и др. Гипотезы и алгоритмы математической теории исчисления эмоций: моногр. / под общ. ред. О.Г. Пенского. Пермь: Изд-во ПГУ, 2009. 152 с.
2. Пенский О.Г., Шаранов Ю.А., Ощепкова Н.В. Математические модели роботов с неабсолютной памятью: моногр. Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2018. 309 с.
3. Пенский О.Г. Математические модели цифровых двойников: учеб. пособие. Пермь: Изд-во ПГНИУ, 2019. 157 с.
4. Фонд содействия инновациям. URL: <http://fasie.ru/programs/programma-umnik/> (дата обращения 15.11.2019).
5. Геометрическая прогрессия. URL: <http://www.grandars.ru/student/vyshshaya-matematika/g-progressiya.html> (дата обращения 15.11.2019).
6. ELSYS Corp. URL: <http://www.elsys.ru/> (дата обращения 15.11.2019).
7. Шаранов Ю.А. Программа определения коэффициентов кратковременной памяти человека "СMemory" № 2012616009. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 29.06.2012.
8. Шаранов Ю.А. Математические модели эмоциональных роботов, способных забывать информацию: дис. ... канд. физ.-мат. наук. Екатеринбург: УрФУ, 2019. 187 с.

Some applications of the mathematical theory of robots with non-absolute memory

A. N. Poleshchuk^{1,2}

¹Perm State University; 15, Bukireva st., Perm, 614990, Russia

²IVS group of companies; 65, N. Ostrovskogo st., Perm, 614007, Russia

+7 342 219 65 00, info@ics.perm.ru

The basic mathematical models describing the psychology of human digital doubles are given. Possible practical applications of the models in the activities of companies are described.

Keywords: digital double; robot; psychology; mathematical modeling; practice.