

МАРКОВСКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИЧЕСКОГО АДАПТИВНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ АКТИВНОГО АГЕНТА

Н. В. Бровка¹, П. П. Дьячук², М. В. Носков³, И. П. Перегудова³

¹ *Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь*
220030, Республика Беларусь, г. Минск, пр-т Независимости, д. 4

² *Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева*
660049, Россия, г. Красноярск, ул. Перенсона, д. 7

³ *Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*
660041, Россия, г. Красноярск, пр-т Свободный, д. 79

Аннотация

Проблема и цель. Актуальность проблемы математического описания динамического адаптивного тестирования обусловлена необходимостью диагностики когнитивных способностей студентов к самостоятельной учебной деятельности. Цель статьи состоит в разработке марковской математической модели взаимодействия активного агента (АА) с конечным автоматом «Ликвидатор», отменяющим неправильные действия, что позволит математически описать динамическое адаптивное тестирование с оценочной обратной связью.

Методологию исследования составляют анализ результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по динамическому адаптивному тестированию в образовании, а именно: деятельностного подхода, реализующего развивающее обучение АА решению задач; организационно-технологического подхода к управлению действиями АА в условиях оценочной обратной связи; теории марковских цепей и обучения с подкреплением.

Результаты. На основе теории марковских процессов разработана марковская математическая модель взаимодействия активного агента с конечным автоматом, отменяющим неправильные действия. Это позволяет разработать модель диагностики процессуальных характеристик учебной деятельности студентов, включая: построение актиограмм суммарного вознаграждения действий студентов; распределение вероятности состояний решения задачи идентификации элементов структуры сложного объекта; рассчитать количество действий АА, необходимых для достижения целевого состояния в зависимости от числа элементов, которые необходимо идентифицировать; построить диаграмму рассеяния активных агентов по целевым состояниям в пространстве (R, k) , где R — суммарное вознаграждение АА, k — количество совершенных действий.

Заключение. Марковская математическая модель взаимодействия активного агента с конечным автоматом, отменяющим неправильные действия, позволяет спроектировать динамические адаптивные тесты и диагностику изменений процессуальных характеристик учебной деятельности. Результаты и выводы позволяют сформулировать принципы динамического адаптивного тестирования на основе оценочной обратной связи.

Ключевые слова: марковский процесс, конечный автомат, вероятность текущего состояния, вознаграждение, деятельность, активный агент.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-29-35

Для цитирования:

Бровка Н. В., Дьячук П. П., Носков М. В., Перегудова И. П. Марковская математическая модель динамического адаптивного тестирования активного агента // Информатика и образование. 2018. № 10. С. 29–35.

Статья поступила в редакцию: 5 октября 2018 года.

Статья принята к печати: 20 ноября 2018 года.

Финансирование и благодарности

Исследование выполнено при поддержке Красноярского краевого фонда науки в рамках реализации проекта № 07/18 «Интерактивные обучающие системы в медицинском образовании», 2018.

Сведения об авторах

Бровка Наталья Владимировна, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики Белорусского государственного университета, г. Минск, Беларусь; n_br@mail.ru

Дьячук Павел Петрович, доктор пед. наук, доцент, профессор кафедры математики и методики обучения математике Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева; ppyachuk@rambler.ru

Носков Михаил Валерианович, доктор физ.-мат. наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и компьютерной безопасности Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, г. Красноярск; mynoskov@yandex.ru

Перегудова Ирина Павловна, аспирант кафедры информационных систем Сибирского федерального университета, г. Красноярск; irindyachuk@mail.ru

Введение

Динамическое адаптивное тестирование — это метод интерактивной диагностики, который включает запланированное взаимодействие с экспертом и учитывает влияние этого обучения на последующую учебную деятельность студентов

[1–3]. В работах [4, 5] их авторы подчеркивают, что процедура динамического тестирования включает процесс обучения и учитывает объем и характер помощи эксперта.

Динамическая оценка интерактивна [6] и диагностирует не результаты, а процесс обучения. При этом, согласно [7, 8], можно выделить **три важные и вза-**

имосвязанные методологические различия между стандартным и динамическим тестированием.

Во-первых, стандартное, классическое, тестирование диагностирует сформировавшиеся способности как результат предварительного обучения, а динамическое тестирование диагностирует процесс развития когнитивных способностей, которые находятся в стадии формирования.

Во-вторых, существует различие в отношениях экзаменатора и испытуемого в стандартном и динамическом тестировании. В стандартном тестировании экзаменатор занимает нейтральную и бескорыстную позицию невмешательства в процесс тестирования, что является средством минимизации погрешности диагностики [9, 10]. При динамическом тестировании экзаменатор вмешивается в процесс тестирования, и отношение невмешательства заменяется, таким образом, атмосферой взаимодействия.

Это приводит к *третьему*, решающему, различию между статическим и динамическим тестированием, которое состоит в обеспечении обратной связи и посредничества. В традиционном, классическом, тесте испытуемый должен решить последовательность проблем или задач, и до завершения процедуры тестирования вообще нет отзывов о качестве выполнения заданий теста, т. е. обратная связь с испытуемым отсутствует. В противном случае считается, что вследствие внешнего вмешательства в результаты тестирования вносится ошибка. В отличие от стандартного тестирования динамическое адаптивное тестирование имеет обратную связь в виде опосредованной помощи обучающемуся от посредника-эксперта.

Как правило, обратная связь в динамических адаптивных тестах является инструктивной, что делает проблему разработки унифицированной технологии компьютеризации динамических адаптивных тестов практически неразрешимой [11]. Это обусловлено тем, что взаимодействие эксперта и испытуемого носит субъективный, сугубо индивидуальный и практически неповторимый характер.

Как показано в работах [12, 13], оценочная обратная связь, являясь основой самообучающихся систем искусственного интеллекта, может быть использована для разработки унифицированной технологии динамических компьютерных адаптивных тестов-тренажеров идентификации. В условиях оценочной обратной связи активный агент (АА) получает подкрепление своим действиям от электронных проблемных сред в виде численной оценки, которая называется вознаграждением. Целевой функцией деятельности обучающегося АА является суммарное вознаграждение, получаемое при достижении целевого состояния. Цель деятельности АА состоит в получении максимального суммарного вознаграждения.

В модели «равных цен» информация о вознаграждении заменяется эквивалентной информацией об изменении рассогласования текущего и целевого состояний. Это соответствует информационному управлению действиями АА и включает местную петлю обратной связи, позволяющую обучающемуся регулировать свои действия. Мотивационное управление АА реализуется главной петлей обратной связи, посредством которой изменяется частота подключения датчика «расстояния до цели» [14]. При возрастании доли правильных дей-

ствий частота подключения датчика «расстояния до цели» уменьшается, а рейтинг учебной деятельности увеличивается. Рейтинг может как возрастать, так и убывать в зависимости от возрастания или убывания доли правильных действий до тех пор, пока доля правильных действий не станет равной 1. При этом учебная деятельность АА станет автономной, полностью самостоятельной. Модель «равных цен» можно рассматривать как нулевое приближение численной оценки действий АА [15]. Более точную численную оценку действий АА можно получить на основе марковской математической модели учебных действий.

Обучение через взаимодействие — основополагающая идея, на которой базируются почти все теории обучения. В данной статье реализуется вычислительный подход к обучению активных агентов на основе их взаимодействия с внедренным агентом электронной проблемной среды, который моделируется конечным автоматом, ограничивающим множество действий АА правильными действиями.

Предполагается, что самообучение АА происходит вследствие саморегулирования целенаправленной деятельности в условиях взаимодействия с электронной проблемной средой на основе институциональной оценочной обратной связи [14, 16].

Методы. Описание алгоритма

Представим проблемную среду, которая содержит объект, структурные элементы которого АА должен идентифицировать. В процессе идентификации АА имеет возможность исследовать элементы структуры объекта, просматривая их, устанавливать соответствие между элементами структуры объекта и их названиями, а также функциями, которые они выполняют, и т. п. Зрительный и слуховой анализ, направленный на изучение объекта, не подкрепляется числовой оценкой, т. е. за просмотр и прослушивание «денег не дают» и не берут. Действие по идентификации структурных элементов объекта получает численную оценку, если устанавливается соответствие между номером элемента и его названием. Численная оценка положительная, если идентификация правильная, и отрицательная, если идентификация неправильная.

Институциональный характер взаимодействия обучающегося с электронной проблемной средой состоит в том, что конечный автомат «Ликвидатор» отменяет неправильную идентификацию элемента, сохраняя при этом численную оценку подкрепления. То есть конечный автомат «Ликвидатор» играет роль «поводыря», который разрешает только правильные действия и приводит АА к целевому состоянию. На рисунке 1 представлен граф состояний конечного автомата «Ликвидатор».

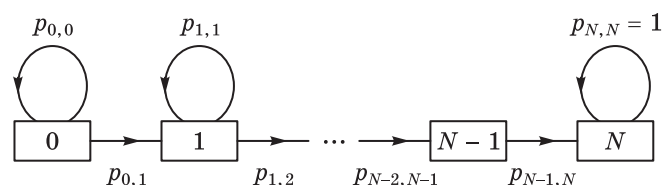


Рис. 1. Размеченный граф состояний конечного автомата «Ликвидатор»

Переход из i -го в $(i + 1)$ -е состояние происходит с вероятностью $p_{i,i+1} = \frac{1}{N-i}$, а переход из i -го состояния в $(i - 1)$ -е — с вероятностью $p_{i,i} = 0$.

Возврат в i -е состояние происходит с вероятностью $p_{i,i} = \frac{N-i-1}{N-i}$.

При $i = N - 1$: $p_{N-1,N-1} = 0$, $p_{N-1,N} = 1$. Состояние N является поглощающим.

Начальное распределение вероятностей состояний P_i^0 имеет вид:

$$P_0^0 = 1, P_1^0 = 0, P_2^0 = 0, \dots, P_i^0 = 0, \dots, P_{N-1}^0 = 0, P_N^0 = 0. \quad (1)$$

Конечный автомат «Ликвидатор» включается только при правильных действиях, которые изменяют i -е состояние конечного автомата на $(i + 1)$ -е состояние. Если действие неправильное, то это действие отменяется, а состояние конечного автомата не изменяется. Состояние под номером N является поглощающим состоянием, или целевым состоянием деятельности человека.

Основной интерес для нас представляет то, каким образом был получен сигнал, характеризующий состояние конечного автомата и, соответственно, принятия решения о том, какое действие следует совершить как функцию любого доступного сигнала состояния. Несомненно, сигнал состояния должен включать непосредственные ощущения, такие как сенсорные данные, но он может содержать и гораздо больше этого.

Выбор действия из множества возможностей можно производить случайным образом. Если действие правильное, то номер текущего состояния конечного автомата увеличивается на 1. При этом рассогласование между текущим и целевым состояниями целенаправленной деятельности человека уменьшается на 1.

Матрица переходных вероятностей $p_{i,j}$ ($i = 0, 1, 2, \dots, N$; $j = 0, 1, 2, \dots, N$) запишется в виде:

$$A = \begin{pmatrix} \frac{N-1}{N} & \frac{1}{N} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{N-2}{N-1} & \frac{1}{N-1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{N-3}{N-2} & \frac{1}{N-2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{N-i}{N-i+1} & \frac{1}{N-i+1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Вероятности состояний P^{k+1} конечного автомата «Ликвидатор» после k -го действия найдутся в результате умножения k раз матрицы-строки P_i^0 на матрицу переходных вероятностей A :

$$P^{k+1} = \prod_i^k P_i^0 * A. \quad (3)$$

Рекуррентные формулы, связывающие вероятности состояний $P^{k+1}(i)$ после $(k + 1)$ -го действия с вероятностями состояний $P^k(i)$ после k -го действия, запишутся как:

$$\begin{aligned} P^{k+1}(0) &= \frac{N-1}{N} P^k(0); \\ P^{k+1}(1) &= \frac{1}{N} P^k(0) + \frac{N-2}{N-1} P^k(1); \\ P^{k+1}(2) &= \frac{1}{N-1} P^k(1) + \frac{N-3}{N-2} P^k(2); \\ &\dots \\ P^{k+1}(i) &= \frac{1}{N-i+1} P^k(i-1) + \frac{N-i-1}{N-i} P^k(i); \\ &\dots \\ P^{k+1}(N-1) &= \frac{1}{2} P^k(N-2); \\ P^{k+1}(N) &= P^k(N-1) + P^k(N). \end{aligned} \quad (4)$$

На рисунке 2 показано семейство гистограмм распределения вероятностей состояний конечного автомата «Ликвидатор» при увеличении действий k .

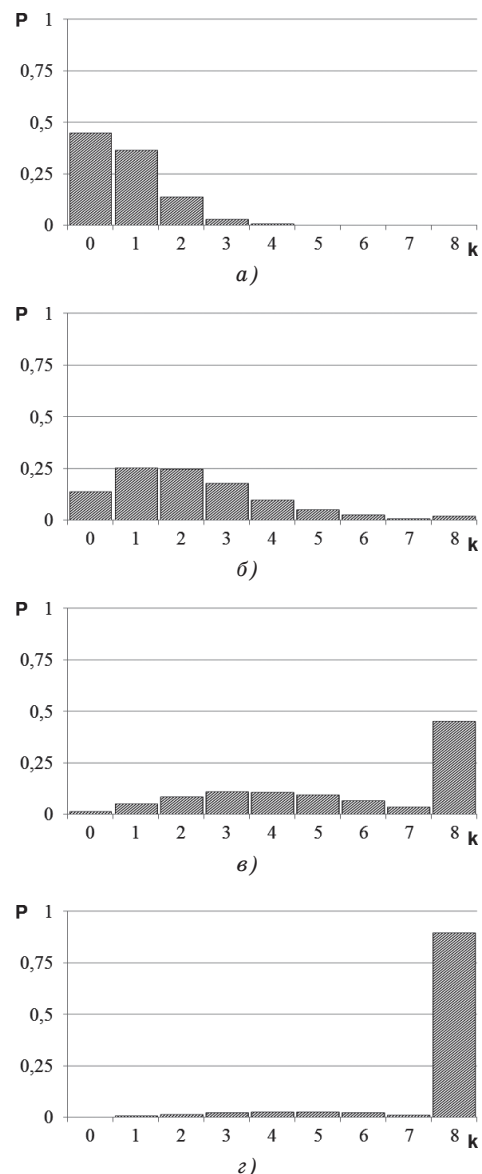


Рис. 2. Гистограммы распределения вероятностей состояний конечного автомата «Ликвидатор»: а) $k = 6$; б) $k = 16$; в) $k = 32$; з) $k = 48$

Компьютерный эксперимент и его анализ

Каждое действие агента обуславливает попытку идентификации структурного элемента объекта, которая приводит к одному из двух событий.

Первое событие состоит в том, что идентификация правильная и конечный автомат «Ликвидатор» переходит из состояния i в состояние $i + 1$.

Второе событие состоит в том, что идентификация неправильная, конечный автомат при этом не включается, и его состояние не изменяется, т. е. происходит переход из i в i .

После этого все повторяется до тех пор, пока конечный автомат «Ликвидатор» не перейдет в конечное состояние $i = N$, которое является поглощающим состоянием.

За каждое совершенное действие АА получает вознаграждение, численное значение которого зависит от состояния системы i и от правильности или неправильности действия.

Если действие неправильное, то вознаграждение отрицательное и равно $r_{i+1} = -\frac{1}{N-i}$, при $i = 0, 1, 2, \dots, N-2$, $r_{i+1} = 0$, при $i = N-1$, так как в этом состоянии вероятность выбора неправильного действия равна нулю и, как следствие этого, отсутствует соответствующее вознаграждение.

В случае правильного действия вознаграждение положительное и равно $r_{i+1} = \frac{N-i-1}{N-i}$, при $i = 0, 1, 2, \dots, N-2$, $r_{i+1} = 0$, при $i = N-1$.

В этом состоянии вероятность правильного действия равна 1. Вознаграждение правильного действия в состоянии $i = N-1$ равно 0. Из-за отсутствия проблемы выбора правильного действия нет повода для вознаграждения.

Численную оценку правильного действия естественно связать с вероятностью выбора неправильного действия, т. е. вознаграждение правильного действия равно вероятности неправильного действия, и, наоборот, вознаграждение неправильного действия равно отрицательному значению вероятности правильного действия. На рисунке 3 приведены примеры актиограмм суммарного вознаграждения АА без памяти [17].

Поскольку в начале поиска решения задачи идентификации структурных элементов вероятность правильных действий существенно меньше, чем вероятность неправильных действий, то суммарное вознаграждение АА без памяти по завершении решения задачи чаще отрицательное, чем положительное. Это видно из диаграммы рассеяния решений задачи идентификации в пространстве суммарного вознаграждения r_t и числа совершенных действий k .

В модели марковского процесса АА не помнит предыстории своей деятельности, т. е. он не имеет памяти. В то же время человек помнит предысторию и обладает определенной глубиной памяти [16]. Это позволяет человеку по мере научения адаптироваться к проблемной среде и выделять из множества траекторий, представленных на рисунке 4, подмножество траекторий с существенно меньшим числом неправильных действий. При достижении полной обученности это подмножество будет представлено одной точкой с $r_i = 8$ и $k = 8$. Для достижения этого предельного состояния человек должен обладать

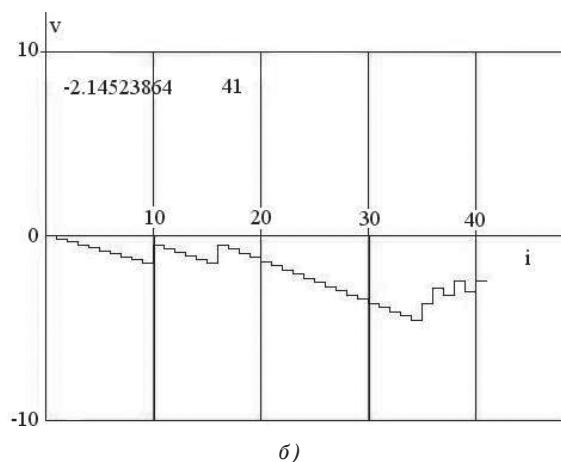
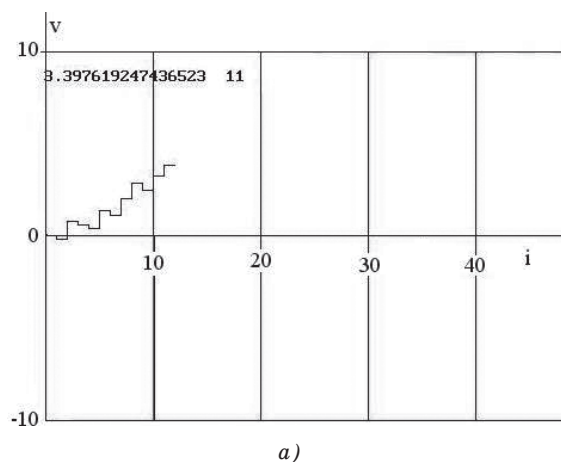


Рис. 3. Реализации актиограмм суммарного вознаграждения $r(i)$ учебной деятельности АА
а) 11 действий и $v \approx 3.3976$; б) 41 действие и $v \approx -2.1452$

достаточной внутренней информацией о структуре объекта и действовать в отсутствии подкреплений, т. е. действовать автономно. Для достижения состояния автономной деятельности необходимо ввести второй контур обратной связи, который изменяет режим функционирования первого контура по мере адаптации АА к проблемной среде.

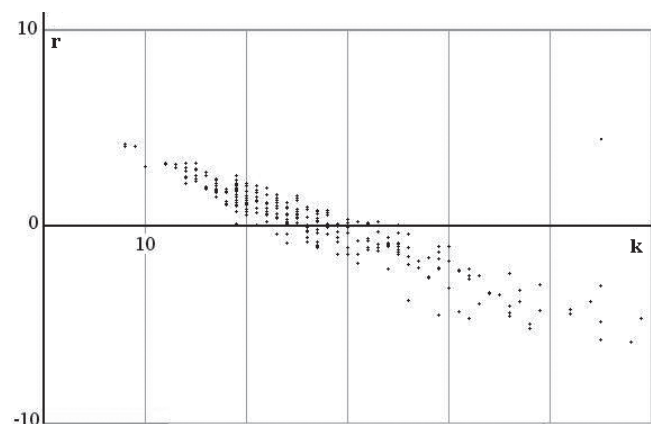


Рис. 4. Диаграмма рассеяния решений задачи идентификации структурных элементов объекта в пространстве переменных (r, k)

Выводы

Таким образом, в результате адаптивного поведения АА:

- во-первых, изменяется структура системы действий АА, что характеризует ассимиляцию его деятельности [17, 18];
- во-вторых, происходит аккомодация проблемной среды, инициируемая возрастанием ее сложности, что приводит к возрастанию доминирования внутреннего подкрепления АА по сравнению с внешними подкреплениями [19].

Действия АА определяются не только сиюминутным результатом, но и последующими действиями и случайными подкреплениями со стороны проблемной среды. Эти два свойства (метод «проб и ошибок» и подкрепление) являются основными характеристиками взаимодействия проблемной среды с АА при решении задач [20].

Для достижения цели АА самостоятельно определяет тактику и стратегию своей деятельности. Чтобы оптимизировать процесс научения, АА не только опирается на свои знания (тезаурус), но и исследует пространство состояний задач данного типа. Для получения достоверной информации об объекте АА должен повторно решать задачу идентификации элементов структуры объекта до тех пор, пока его деятельность не станет безошибочной.

Список использованных источников

1. Haywood C. H., Lidz C. S. Dynamic assessment in practice: Clinical and educational applications. New York: Cambridge University Press, 2007.
2. Lantolf J. P., Poehner M. E. Dynamic assessment of L2 development: Bringing the past into the future // *Journal Of Applied Linguistics*. 2004. Vol. 1. No. 1. P. 49–72.
3. Lantolf J. P. Intrapersonal communication and internalization in the second language classroom // *Vygotsky's Theory of Education in Cultural Context* (A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageev, S. Miller, Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 349–370.
4. Lantolf J. P., Poehner M. E. Sociocultural theory and the pedagogical imperative in L2 education. *Vygotskian praxis and the research/practice divide*. London: Routledge, 2014. 252 p.
5. Poehner M. E., van Compernelle R. A. Frames of interaction in dynamic assessment: Developmental diagnoses of second language learning // *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. 2011. Vol. 18. Is. 2. P. 183–198.
6. Lidz C. S., Gindis B. Dynamic assessment of the evolving cognitive functions in children // *Vygotsky's Theory of Education in Cultural Context* (A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageev, S. Miller, Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2003. P. 99–116.
7. Kozulin A., Garb E. Dynamic assessment of EFL text comprehension of at-risk students // *School Psychology International*. 2002. Vol. 23. No. 1. P. 112–127.
8. Carroll R. A., Kodak T. Using instructive feedback to increase response variability during intraverbal training for children with autism spectrum disorder // *The Analysis of Verbal Behavior*. 2015. Vol. 31. No. 2. P. 183–199.
9. Sternberg R. J. Prologue to: Dynamic assessment: Prevailing models and applications (C. Lidz, J. G. Elliott, Eds.). Amsterdam: Elsevier, 2000. P. xiii–xv.
10. Sternberg R. J., Grigorenko E. L. Dynamic testing: The nature and measurement of learning potential. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 232 p.
11. Wu H. M., Kuo B. C., Wang S. C. Computerized dynamic adaptive tests with immediately individualized feedback for primary school mathematics learning // *Educational Technology & Society*. 2017. Vol. 20. No. 1. P. 61–72.
12. Burtsev M. S., Gusarev R. V., Red'ko V. G. Investigation of mechanisms of goal-oriented adaptive control // *Известия РАН. Серия «Теория и системы управления»*. 2002. № 6. С. 55–62.
13. Самтон Р. С., Барто Э. Г. Адаптивные и интеллектуальные системы. Обучение с подкреплением. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 402 с.
14. Дьячук П. П., Пустовалов Л. В. Система управления процессом адаптации к проблемной среде // *Системы управления и информационные технологии*. 2008. Т. 33. № 3-1. С. 144–148.
15. Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. 2-е изд.: пер. с англ. М.: Вильямс, 2006. 1408 с.
16. Дьячук П. П., Бажин Д. С., Грицков М. К., Катлабаева Ш. С. Влияние глубины памяти на эффективность учебной деятельности обучающихся решению задач // *Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева*. 2015. № 1 (31). С. 148–152.
17. Дьячук П. П., Шадрин И. В., Кудрявцев В. С. Метод актиограмм в системах управления и диагностике деятельности человека // *Системный анализ и информационные технологии «САИТ-2013»: Труды V Международной конференции. Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН и др.* 2013. С. 121–128.
18. Дьячук П. П., Дьячук П. П. (мл.), Шадрин И. В., Перегудова И. П. Динамические адаптивные тесты идентификации структуры анатомических объектов // *Информатика и образование*. 2018. № 7. С. 51–56.
19. Пиаже Ж., Инельдер Б. Генезис элементарных логических структур. Классификация и сериация. М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. 416 с.
20. Дьячук П. П., Карабальков С. А., Масленников И. А. Бифуркация учебной деятельности // *Информатика и образование*. 2014. № 4. С. 91–93.

MARKOV MATHEMATICAL MODEL OF DYNAMIC ADAPTIVE TESTING OF AN ACTIVE AGENT

N. V. Brovka¹, P. P. Dyachuk², M. V. Noskov³, I. P. Peregudova³

¹ Belarusian State University, Minsk, Belarus
220030, Belarus, Minsk, pr. Nezavisimosti, 4

² Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev
660049, Russia, Krasnoyarsk, ul. Perensona, 7

³ Siberian Federal University, Krasnoyarsk
660041, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny pr., 79

Abstract

The problem and the goal. The urgency of the problem of mathematical description of dynamic adaptive testing is due to the need to diagnose the cognitive abilities of students for independent learning activities. The goal of the article is to develop a Markov mathematical model of the interaction of an active agent (AA) with the Liquidator state machine, canceling incorrect actions, which will allow mathematically describe dynamic adaptive testing with an estimated feedback.

The research methodology consists of an analysis of the results of research by domestic and foreign scientists on dynamic adaptive testing in education, namely: an activity approach that implements AA developmental problem-solving training; organizational and technological approach to managing the actions of AA in terms of evaluative feedback; Markov's theory of cement and reinforcement learning.

Results. On the basis of the theory of Markov processes, a Markov mathematical model of the interaction of an active agent with a finite state machine, canceling incorrect actions, was developed. This allows you to develop a model for diagnosing the procedural characteristics of students' learning activities, including: building axiograms of total reward for students' actions; probability distribution of states of the solution of the problem of identifying elements of the structure of a complex object calculate the number of AA actions required to achieve the target state depending on the number of elements that need to be identified; construct a scatter plot of active agents by target states in space (R, k) , where R is the total reward AA, k is the number of actions performed.

Conclusion. Markov's mathematical model of the interaction of an active agent with a finite state machine, canceling wrong actions allows you to design dynamic adaptive tests and diagnostics of changes in the procedural characteristics of educational activities. The results and conclusions allow to formulate the principles of dynamic adaptive testing based on the estimated feedback.

Keywords: Markov process, finite automaton, current state probability, reward, activity, active agent.

DOI: 10.32517/0234-0453-2018-33-10-29-35

For citation:

Brovka N. V., Dyachuk P. P., Noskov M. V., Peregudova I. P. Markovskaya matematicheskaya model' dinamicheskogo adaptivnogo testirovaniya aktivnogo agenta [Markov mathematical model of dynamic adaptive testing of an active agent]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 10, p. 29–35. (In Russian.)

Received: October 5, 2018.

Accepted: November 20, 2018.

Acknowledgments

The research was carried out with the support of the Krasnoyarsk Regional Science Foundation in the framework of the project "Interactive training systems in medical education", 2018.

About the authors

Natalia V. Brovka, Advanced Doctor in Pedagogical Sciences, Docent, Professor at the Department of Applied Mathematics of Belarusian State University, Minsk, Belarus; n_br@mail.ru

Pavel P. Dyachuk, Advanced Doctor in Pedagogical Sciences, Docent, Professor at the Department of Mathematics and Methods of Teaching Mathematics of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafyev; ppyachuk@rambler.ru

Mikhail V. Noskov, Advanced Doctor in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor at the Department of Applied Mathematics and Computer Security of Institute of Space and Information Technologies of Siberian Federal University, Krasnoyarsk; mvnoskov@yandex.ru

Irina P. Peregudova, Postgraduate at the Department of Information Systems of Siberian Federal University, Krasnoyarsk; irindyachuk@mail.ru

References

1. Haywood C. H., Lidz C. S. Dynamic assessment in practice: Clinical and educational applications. New York, Cambridge University Press, 2007.
2. Lantolf J. P., Poehner M. E. Dynamic assessment of L2 development: Bringing the past into the future. *Journal Of Applied Linguistics*. 2004, vol. 1, no. 1, p. 49–72.
3. Lantolf J. P. Intrapersonal communication and internalization in the second language classroom. *Vygotsky's Theory of Education in Cultural Context* (A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageev, S. Miller, Eds.). Cambridge, Cambridge University Press, 2003, p. 349–370.
4. Lantolf J. P., Poehner M. E. Sociocultural theory and the pedagogical imperative in L2 education. *Vygotskian praxis and the research/practice divide*. London, Routledge, 2014, 252 p.
5. Poehner M. E., van Compernelle R. A. Frames of interaction in dynamic assessment: Developmental diagnoses of second language learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 2011, vol. 18, is. 2, p. 183–198.
6. Lidz C. S., Gindis B. Dynamic assessment of the evolving cognitive functions in children. *Vygotsky's Theory of Education in Cultural Context* (A. Kozulin, B. Gindis, V. S. Ageev, S. Miller, Eds.). Cambridge, Cambridge University Press, 2003, p. 99–116.
7. Kozulin A., Garb E. Dynamic assessment of EFL text comprehension of at-risk students. *School Psychology International*, 2002, vol. 23, no. 1, p. 112–127.
8. Carroll R. A., Kodak T. Using instructive feedback to increase response variability during intraverbal training for children with autism spectrum disorder. *The Analysis of Verbal Behavior*, 2015, vol. 31, no. 2, p. 183–199.
9. Sternberg R. J. Prologue to: Dynamic assessment: Prevailing models and applications (C. Lidz, J. G. Elliott, Eds.). Amsterdam, Elsevier, 2000, p. xiii–xv.
10. Sternberg R. J., Grigorenko E. L. Dynamic testing: The nature and measurement of learning potential. Cambridge: Cambridge University Press, 2002, 232 p.
11. Wu H. M., Kuo B. C., Wang S. C. Computerized dynamic adaptive tests with immediately individualized feedback for primary school mathematics learning. *Educational Technology & Society*, 2017, vol. 20, no. 1, p. 61–72.
12. Burtsev M. S., Gusarev R. V., Red'ko V. G. Investigation of mechanisms of goal-oriented adaptive control. *Izvestiya RAN. Seriya «Teoriya i sistemy upravleniya» — Proc. of the RAS. Series "Theory and Control Systems"*, 2002, no. 6, p. 55–62.
13. Sutton R. S., Barto E. G. Adaptivnye i intellektual'nye sistemy. Obuchenie s podkrepleniem [Adaptive and Intelligent Systems. Training with reinforcements]. Moscow, BINOM, 2014, 402 p. (In Russian.)
14. Dyachuk P. P., Pustovalov L. V. Sistema upravleniya protsessom adaptatsii k problemnoj srede [Control system of the adaptation process to the problem environment]. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii — Management systems and information technologies*, 2008, vol. 33, no. 3-1, p. 144–148. (In Russian.)
15. Russell S., Norvig P. Iskusstvennyj intellekt: sovremennyy podkhod [Artificial intelligence: A modern approach]. Moscow, Williams, 2006, 1408 p. (In Russian.)
16. Dyachuk P. P., Bazhin D. S., Gritskov M. K., Katalbaeva Sh. S. Vliyanie glubiny pamyati na ehffektivnost' uchebnoj deyatel'nosti obuchayushhihsya resheniyu zadach [The influence of memory depth on the effectiveness of students' learning activities to solve problems]. *Vestnik Kras-*

noyarskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V. P. Astaf'eva — *Bulletin of the Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astaf'ev*, 2015, no. 1 (31), p. 148–152. (In Russian.)

17. Dyachuk P. P., Shadrin I. V., Kudryavtsev V. S. Metod aktiogram v sistemakh upravleniya i diagnostike deyatel'nosti cheloveka [The method of actiograms in control systems and diagnostics of human activity]. *Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii «SAIT-2013»: Trudy V Mezhdunarodnoj konferentsii. Otdelenie nanotekhnologii i informatsionnykh tekhnologii RAN i dr [Systems Analysis and Information Technologies “SAIT-2013”: Proc. V Int. Conf. Department of Nanotechnology and Information Technology, RAS, etc]*, 2013, p. 121–128. (In Russian.)

18. Dyachuk P. P., Dyachuk P. P. (Jr.), Shadrin I. V., Peregodova I. P. Dinamicheskie adaptivnye testy identifikatsii struktury anatomicheskikh ob'ektov [Dynamic adaptive tests of identification of the structure of anatomical objects]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2018, no. 7, p. 51–56. (In Russian.)

19. Piaget J., Inhelder B. Genezis ehlementarnykh logicheskikh struktur. Klassifikatsiya i seriatsiya [The genesis of elementary logical structures. Classification and serialization]. Moscow, EKSMO-Press, 2002, 416 p. (In Russian.)

20. Dyachuk P. P., Karabalykov S. A., Maslennikov I. A. Bifurkatsiya uchebnoj deyatel'nosti [Bifurcation of learning activity]. *Informatika i obrazovanie — Informatics and Education*, 2014, no. 4, p. 91–93. (In Russian.)

НОВОСТИ

Подведены итоги Всероссийской конференции «От цифры к цифровой грамотности: задачи и решения»

В Москве подвели итоги Всероссийской конференции «От цифры к цифровой грамотности: задачи и решения», посвященной развитию цифрового формата работы в системе образования Российской Федерации.

Конференция объединила представителей научного сообщества, методистов, аналитиков, преподавателей. В ней приняли участие представители РУДН, Российской академии образования, Россотрудничества, Центра реализации государственной образовательной политики и информационных технологий, Московского центра технологической модернизации образования.

В рамках форума рассматривались вопросы изменения системы дополнительного профессионального образования, вопросы безопасности детей в сети Интернет, психологические особенности «цифрового поколения» — школьников и студентов, а также содержание дошкольного образования в цифровую эпоху.

«Для нас очень важно увидеть и проанализировать реальную ситуацию, которая в настоящее время складывается в регионах Российской Федерации», — заявил директор Института непрерывного педагогического образования РУДН Андрей Ершов, открывая конференцию.

Он подчеркнул, что все темы, предложенные к обсуждению, являются актуальными и практикоориентированными.

Особое внимание участники конференции уделили вопросам изменения системы образования с учетом современных трендов цифровизации. Обсуждались перспективы создания цифровых образовательных траекторий не только учеников, но и педагогов.

«Информационные потоки, которые обрабатывает наш мозг, увеличились многократно — и это сказывается на системе образования, и сама система образования меняется достаточно динамично», — отметил советник руководителя Россотрудничества Дмитрий Гужеля.

«Цифровая грамотность — это комплекс навыков, обеспечивающих успешность человека», — определил

повестку работы форума проректор по информатизации и оценке качества образования Томского областного института повышения квалификации и переподготовки работников образования Борис Илюхин.

Второй день конференции был посвящен практическим разработкам и перспективам «Российской электронной школы», развитию пилотных проектов РЭШ в регионах. Участники форума обсудили современные форматы электронных обучающих ресурсов, в частности библиотеки и программы для детей с особыми образовательными потребностями.

Руководитель Координационного центра от Российской Федерации Международной целевой группы ЮНЕСКО по подготовке учителей Анжела Должикова напомнила, что в XXI веке вопросы цифровой грамотности являются частью цифровой экономики. «Цифровизация является стратегическим приоритетом развития цифровой экономики. В 2020 году 25 % экономики будет цифровой, говорят эксперты», — сказала она. Анжела Должикова уточнила, что система образования помогает решить эту задачу, обучая специалистов навыкам ИКТ.

Наталья Амелина, руководитель отдела профессионального развития педагогов и сетевого взаимодействия ИИТО ЮНЕСКО, подчеркнула, что очень важно дать учителю время на повышение квалификации в цифровой сфере: «Если освободить учителю пару часов на повышение квалификации, он станет самым продвинутым пользователем ИКТ».

Завершающий день был посвящен обсуждению школьного курса информатики и актуальным вопросам деятельности центров цифрового образования в субъектах РФ.

Подводя итоги работы, участники конференции отметили актуальность поставленных вопросов и необходимость распространения и использования лучших практик цифрового образования во всех регионах.

(По материалам федерального портала «Российское образование»)