

*Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург, Россия*

***Аннотация.** Разработаны алгоритмы и программный агент для автоматизации подготовки и проверки тестовых заданий в среде СДО Moodle, отличающиеся функцией имитации процессов выбора студентами при решении когнитивных задач в условиях неопределенности, что позволяет повысить производительность оценки качества обучения, проводимого в условиях смешанного очного и online-форматов.*

Ключевые слова: среда обучения; кодирование данных; контрольное тестирование; программные агенты; СДО Moodle

Одним из современных направлений совершенствования педагогического процесса высшей школы является использование смешанной формы обучения с применением систем дистанционного обучения (СДО) и интеллектуальных технологий [1]. По оценкам исследований более 70 процентов преподавателей и студентов отмечают сложности в использовании функций тестирования в СДО Moodle [2]. Трудности в реализации и оценивании результатов автоматического тестирования студентов возникают в задачах с неоднозначностью выбора решений, вызванной частичной неопределенностью методов и индивидуальными когнитивными различиями восприятия информации студентов.

В докладе рассматривается подход к разработке и оценке результатов педагогических тестов на основе агентов [3, 4], имитирующих процессы решения когнитивных задач, на примере задачи кодирования по методу Шеннона–Фано [5–7]. Рассмотрены возможные варианты решения задачи кодирования сообщения, содержащего символы «A,B,C,D,E,F,G» с вероятностями {0.4, 0.2, 0.2, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05}.

Под кодированием понимается запись информации с помощью специальных символов (кодов) в некоторой стандартной форме, в которой её можно хранить, передавать по линиям связи и обрабатывать в компьютере. Под декодированием понимается обратная задача восстановления исходной информации по её записи в кодированной форме.

Алгоритм кодирования Шеннона–Фано состоит из следующих этапов [8].

1 этап. Кодлируемые знаки выписывают в таблицу в порядке убывания их вероятностей в сообщениях.

2 этап. Список делят на две группы таким образом, чтобы суммы вероятностей в каждой группе были наиболее близкими по значениям.

3 этап. Все знаки одной из групп в соответствующем разряде кодируются, например, единицей, тогда знаки второй группы кодируются нулём.

4 этап. Пункты алгоритма 2 и 3 повторяются до тех пор, пока в результате очередного деления в каждой группе не останется по одному символу алфавита.

В пунктах 1, 2 и 3 описания метода присутствует неопределенность в осуществлении студентами процедуры выбора. Так, упорядочивание символов алфавита в соответствии с п.1 алгоритма возможно несколькими способами. В примере, представленном в Табл. 1, присутствуют 2 группы символов: [B,C] и [D,E,F,G] с одинаковыми вероятностями внутри подгрупп. Поэтому возможны несколько вариантов упорядочения символов в таблице и несколько вариантов кодирования. Например, возможны варианты упорядочивания символов алфавита: [B.C] или [C, B] с соответствующими им кодами [01, 10].

Таблица 1 – Кодирование символов алфавита

Символы	Вероятность	Процесс кодирования			Код	
A	0,4	0	0		00	
B	0,2		1		01	
C	0,2	1	0		10	
D	0,05		1	0	0	1100
E	0,05			1	1	1101
F	0,05		1	0	1110	
G	0,05		1	1	1111	

Второй тип неопределенности связан с тем, что в п. 2 алгоритма не уточняется, какая подгруппа выбирается в верхней части колонки таблицы в случае двух равнозначных вариантов деления. Например, в первой колонке процесс деления может быть осуществлен разбивкой на две группы [A,B], [C,D,E,F,G], или на группы [A] и [B,C,D,E,F,G] с одинаковой минимальной разницей вероятностей 0,2 между суммами вероятностей в подгруппах. В алгоритме агента предусмотрена возможность имитации различного выбора, производимого студентами.

Неопределенность третьего типа в п. 3 алгоритма связана с выбором способа кодировки (1 или 0) верхней и нижней подгрупп в каждой колонке таблицы. Как показал анализ отчетов о выполнении процесса кодирования студентами, часть студентов придерживаются правил упорядоченного кодирования, например, как продемонстрировано в Табл. 1, верхние подгруппы всегда ими кодируются однообразно (0). У других студентов, при выполнении п. 3 алгоритма проявляется случайный выбор. Различие в способах организации последовательности действий для достижения цели относится к сформированности дифференцированно воспринимать информацию и характеризуется, показателями гибкости-жесткости (ригидности) когнитивного контроля.

Разработаны алгоритмы раскрытия трех типов неопределенности при осуществлении имитации операций выбора при кодировании по методу Шеннона–Фано. Алгоритмы реализованы в программном агенте на языке python. С помощью программы были подготовлены варианты заданий и выполнена имитация возможных решений задачи кодирования в формате GIFT для системы дистанционного обучения (СДО) Moodle.

Таблица 2 – Пример импортируемого файла вопросов в формате GIFT

```
//Код-Шеннона-Фано-1.txt
// question: 0 name: Switch category to $course$/top/По умолчанию для Теория Информации
$CATEGORY: $course$/top/По умолчанию для Теория Информации

// question: 1 name: Код Шеннона-Фано
::Код Шеннона-Фано::[html]<p dir="ltr" style="text-align: left;">
Алфавит сообщения содержит 7 букв (A,B,C,D,E,F,G), которые встречаются с вероятностями 0.4,
0.2, 0.2, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05. Осуществите кодирование по методу Шеннона-Фано.
(ответ должен содержать коды, разделенные запятыми без пробелов, например: 0,10,110,....,11100)
_____</p>{
=0,10,111,11001,11000,11010,11011#
=0,11,100,10110,10111,10101,10100#
...
=01,11,00,1011,1010,1001,1000#
=01,11,00,1011,1010,1000,1001#
}
```

Подготовленные файлы заданий (Табл.2) были импортированы в банк вопросов СДО Moodle. Пример автоматической оценки результата решения задачи кодирования представлен в Табл.3.

Таблица 3 – Пример результатов тестирования

Тест начат	Среда, 9 марта 2023, 12:35
Состояние	Завершены
Завершен	Среда, 9 марта 2023, 12:36
Прошло времени	10 мин. 48 сек.
Баллы	1,00/1,00
Оценка	10,00 из 10,00 (100%)
Вопрос 1	
Верно	
Баллов: 1,000 из 1,000	
Отметить вопрос	
Текст вопроса	
Алфавит сообщения содержит 7 букв (A,B,C,D,E,F,G), которые встречаются с вероятностями 0.4, 0.2, 0.2, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05. Осуществите кодирование по методу Шеннона-Фано. (ответ должен содержать коды, разделенные запятыми без пробелов, например: 0,10,110,....,11100)	
Ответ	<input type="text" value="0,10,111,11001,11000,11010,1101"/>
Отзыв	
Правильный ответ: 0,10,111,11001,11000,11010,11011	

Таким образом, разработка алгоритмов и программного агента имитации вариантов процедуры выбора студентами позволили автоматизировать оценку результатов тестирования в условиях неопределенности выбора. В дополнение к рассмотренному тесту также используются другие тесты для проверки расчетных значений показателя энтропии К. Шеннона и степени сжатия данных. Например, средняя длина кода на один символ составляет 2.4 бит при энтропии К. Шеннона 1.6 бит.

Применение автоматической оценки результатов тестов в сочетании со стандартными средствами загрузки отчетов по практическим работам в СДО Moodle позволяет сократить трудозатраты на проверку практических работ, а также на подготовку индивидуальных вариантов заданий студентам.

Заключение

Разработаны алгоритмы и программный агент для автоматизации разработки тестовых заданий, отличающиеся функцией имитации процессов выбора студентами при решении когнитивных задач в условиях неопределенности, что позволило повысить производительность оценки качества обучения, проводимого в условиях смешанного очного и online-формата обучения.

В дальнейшем планируется продолжить исследование учебных процессов с применением агентов, способных имитировать решение когнитивных задач.

Список литературы:

1. Советов Б. Я. Интеллектуальные системы и технологии: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовской. – М.: Издательский центр «Академия». 2013. 320 с.
2. Evans P. R. Exams on Moodle: A mixed-methods study investigating student perception of usability when using Moodle's test function. Linnaeus University. 2020. 71 p.
3. Pisarev A. S., Kotova E. E. Intelligent Software Agent for Solving Choice Problems under Uncertainty. International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS). IEEE, 2022. Pp. 332–335.
4. Kotova E.E., Pisarev A.S., Pisarev I.A. Software tool to support research and training in the field of knowledge engineering. IEEE 5th Forum Strategic Partnership of Universities and Enterprises of Hi-Tech Branches, Science. Education. Innovations. 2016. 5. Pp. 81–83.

5. Shannon C.E., A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal.Vol. 27. 1948. Pp. 398-403.

6. Fano, R. M. The transmission of information. Research Laboratory of Electronics, Mass. Inst. of Techn. (MIT), Technical Report No. 65, Mar. 17. 1949. <https://hcs64.com/files/fano-tr65-ocr.pdf>.

7. Breazu M., Morariu D. I., Crețulescu R. G., Pitic A. G., Bărglăzan A. A. In search for the simplest example that proves Huffman coding overperforms Shannon-Fano coding. International Journal of Advanced Statistics and IT&C for Economics and Life Sciences. 2022. Vol. 12. No. 2. Pp. 3–10.

8. Фурсов В.А. Лекции по теории информации: Учеб. пособие под редакцией Н.А. Кузнецова. Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та. 2006. 148 с.

I. A. Pisarev, E. E. Kotova

Development of pedagogical tests in the Moodle LMS based on agents simulating cognitive problem solving

Saint Petersburg Electrotechnical University, Russia

Abstract. Algorithms and a software agent have been developed to automate the preparation and verification of test tasks in the Moodle LMS environment, distinguished by the function of simulating student choice processes when solving cognitive problems under conditions of uncertainty, which allows increasing the productivity of assessing the quality of training conducted in blended face-to-face and online formats.

Keywords: learning environment; data coding; control testing; software agents; Moodle