

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ОБУЧАЕМОСТИ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Методология

С. В. Бортновский,Красноярский государственный
педагогический университет им. В.П. Астафьева

Рассмотрим компьютерные динамические тесты [1], с помощью которых производят диагностику обучаемости. Компьютерное динамическое тестирование основано на идеологии машинного обучения с подкреплением [2]. В основе его лежит механизм обратной связи, возникающей при деятельности (выполнении действий) человека.

В процессе обучения с подкреплением вырабатывается алгоритм перехода от ситуации к действиям, которые максимизируют вознаграждение. Человеку не сообщается напрямую, как поступить или какое действие предпринять. Он самостоятельно, на основе своего опыта принимает то или иное решение, действие, приводящее к максимальному вознаграждению. Метод проб и ошибок, а также подкрепление с задержкой являются основными характеристиками обучения с подкреплением [2].

Для организации диагностики обучаемости в программе предусмотрена запись деятельности ученика при решении задач по математике (например, задачи на конструирование кривых второго порядка). Записанные данные анализируются программами, работа которых основана на следующих методах:

1. Метод траектории деятельности, описанный в статье [3], основан на анализе графика зависимости выполнения действий в зависимости от времени. Если учащийся правильно выполняет действие, то график «рисует» на единицу вверх по оси p — pr (правильности действий), неправильно — на единицу вниз. Ширина ступенек характеризуется временем, которое тратит ученик на данное действие. Статистический анализ траекторий деятельности позволяет определить, как быстро ученик научается данному типу задач. Для ученика, который всё выполняет правильно, траектория постоянно возрастает («лестница» вверх), а который неправильно выполняет — постоянно убывает («лестница» вниз). При этом замечен эффект сворачивания времени выполнения действия.

ПЕД	
	измерения

Ученик меньше тратит времени на выполнение действия, то есть он начал выполнять действие автоматически. Это время можно установить для конкретного ученика (время, в течение которого ученик научился решать, овладел алгоритмом решения задания).

2. Энтропийный метод, рассмотренный в статьях [1, 3–6], позволяет определить численно степень неопределённости деятельности ученика при выполнении заданий. Например, если ученик не владеет информацией по выполнению заданий (компьютерного) теста, то его энтропия (количество ошибок) максимальна и соответствует методу проб и ошибок. Усвоение информации приводит к уменьшению энтропии и соответственно к возрастанию упорядоченности учебной деятельности. Энтропия и информация служат, таким образом, выражением двух противоположных тенденций в информационных процессах, связанных с обучением.

Альтернативность и взаимосвязь понятий энтропии и информации находят отражение в формуле $S + J = 1$ (const). Здесь, S — энтропия, J — информация. (В кн. Р.Ф. Абдеева «Философия информационной цивилизации» [1] эта формула подкреплена наглядной иллюстрацией гл. 1. § 3. рис. 2.)

Если ученик, в результате обучения эволюционирует в на-

правлении упорядочения, развития и совершенствования своей внутренней структуры, то его энтропия уменьшается. Это требует целенаправленных усилий, внесения информации, иначе говоря, управления.

3. Метод фазовых портретов. Ученик в интерактивном режиме решает математические задачи. Задачи подобны друг другу, но в каждой из задач присутствуют элементы случайности. Это отражается в рандомизации параметров задач. Подсказка, выводимая на экран компьютера, представляет собой информацию, которая помогает ученику различать текущее состояние решения задачи от целевого состояния. Частота подсказок уменьшается с возрастанием доли правильных действий и увеличивается с уменьшением δ . Понятно, что $\delta = \delta(t)$ есть функция времени. Введем понятие фазового портрета ученика в пространстве $\left(\delta, \frac{d\delta}{dt}\right)$.

Определимся, что системы, переход в которых из одного состояния в другое может совершаться не мгновенно, а происходит в результате переходного процесса, называются динамическими системами. Обучаемые системы — динамические. Переходы из одного состояния обученности в другое требуют некоторого времени. Причём характерные времена переходов

являются важными характеристиками обучаемой системы. Для обучаемых систем можно высказать мысль о том, что их динамическими свойствами нельзя пренебрегать, и следует всегда учитывать то, что изменения её состояний требуют конечного времени, следуя за причинами, их вызывающими.

Изменяя внешнее воздействие на систему, можно существенно изменять её фазовый портрет. Число измерений фазового пространства системы называется порядком системы. Для обучаемой системы (типа ученика) в настоящий момент невозможно указать число степеней свободы или координат, в пространстве которых определяется состояние системы. Однако возможность описывать состояние системы в спроецированном пространстве, несомненно, существует. В нашем случае это соответствует пространству.

В результате пед. эксперимента с использованием динамических тестов и программ обработки данных были получены фазовые портреты:

1. Устойчивого цикла, который расположен между первым и вторым уровнями. Данный пример (рис. 1) фазового портрета показывает, что у ученика не сформирована специфическая обучаемость, успешное выполнение задания (доля правильности действий) зависит от увеличения подсказок. Как только частота появления подсказок мала (при переходе на более высокий уровень частота появления подсказок уменьшается), ученик начинает допускать ошибки и скатывается на более низкий уровень, где частота подсказок возрастает. Это говорит о том, что ученик без подсказок не может решать задачи.

Методология

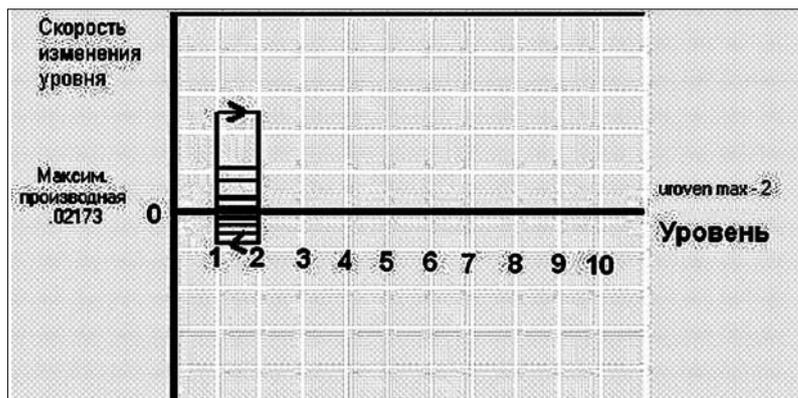


Рис. 1. Циклический фазовый портрет

ПЕД
измерения

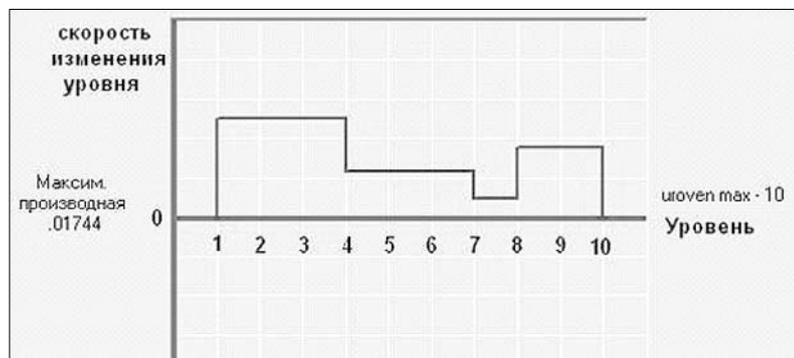


Рис. 2. Фазовый портрет ученика, сходящийся в фокус

2. Ученики, у которых нет проблем с обучаемостью математике, имеют в качестве фазового портрета траектории, сходящиеся в неподвижную точку, — фокус с координатами $\delta = 1, \frac{d\delta}{dt} = 0$.

Пример данного фазового портрета показан на рис. 2.

Для построения фазовых портретов обучаемых компьютерная система имеет программный модуль, записывающий все операции, производимые учеником при решении задач. Компьютерная система слежения за текущим состоянием решения проблемы (задачи) позволяет представить в формализованном виде траекторию деятельности ученика и определить в каждый момент времени значение функции $\delta = \delta(t)$.

Библиографический список

1. Дьячук П.П., Лариков Е.В., Пак Н.И. Нелинейные технологии в динамических тестовых заданиях по математике. Сибирский образовательный журнал «Современное образование». №3. 2001. С. 102–105.
2. Джордж Ф. Люгер. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание. М.; СПб; Киев, 2003. С. 863.
3. Бортновский С.В. Система пооперационного контроля в автоматизированных динамических обучающих средах: Межвузовский сборник статей. Красноярск: КГПУ, 2003.

4. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. М.: Изд-во Наука, 1973. С. 511.
5. Бортновский С.В., Дьячук П.П. Энтропия, как параметр, характеризующий алгоритмическую деятельность в компьютерном динамическом тестировании. Актуальные проблемы качества педагогического образования. Региональная научно-практическая конференция. Новосибирск, 2003.
6. Дьячук П.П., Ларионов Е.В., Бортновский С.В., Кузьмин Д.Н. Динамическое тестирование. Международная научная конференция «56-е Герценовские чтения» по проблемам обучения математике в школе и вузе. С.-Пб., 2003.
7. Pearl J. *Causality*. New York: Cambridge University Press, 2000.
8. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учеб. для студ. сред. пед. учеб. заведений. 3-е изд., стереотип. М.: Издательский центр «Академия», 1999. С. 288.
9. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. М., 1994. С. 335.