

МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ «СТУДЕНТ-КОМПЬЮТЕР» THE MODELS FOR FORECASTING THE RESULTS OF THE TRAINING ACTIVITIES IN THE "STUDENT-COMPUTER" SYSTEM

N. Barchenko

Sumy National Agrarian University
vs@sau.sumy.ua

Abstract

The models of the translation estimates correctness in assessing the quality of learning activities. The models used to predict the fixed-point rating.

Keywords: functional-structural theory, the levels of quality forecasting model quality of the results of the study.

ВВЕДЕНИЕ

Прогнозированием качества учебно-познавательной деятельности занимались многие исследователи, например [1,4]. В этих работах исследовалось влияние различных факторов на результат деятельности, однако, не исследовалась влияние структуры диалога на качество деятельности. В работе [2] установлено, что структура диалога существенно влияет на показатели качества и надёжности деятельности. Для оценки показателей качества и надёжности деятельности предложено использовать модели функционально-структурной теории (ФСТ) эрготехнических систем [3].

В данной работе с целью разработки методологии и аппарата создания адаптивных обучающих сред поставлены следующие задачи:

- Исследовать структуру диалога в обучающих системах «человек-компьютер»
- Исследовать возможность использования существующих моделей (ФСТ) эрготехнических систем для оценки вероятности безошибочного выполнения результатов обучения
- Разработать модели перевода оценок безошибочности в оценки качества учебной деятельности
- Использовать полученные модели для прогнозирования фиксированной балльной оценки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Анализ структур диалога в обучающих системах «человек-компьютер»

Исследуются следующие процессы обучения (рис. 1).

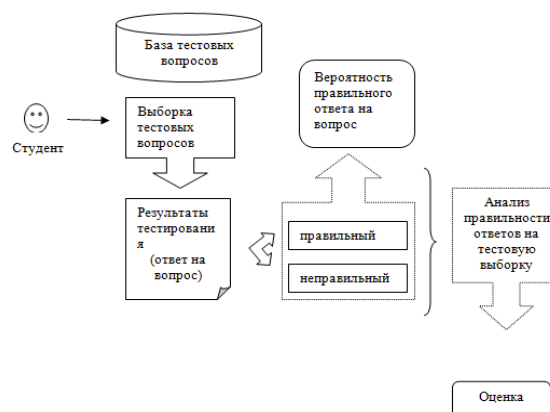


Рис. 1. Схема оценки учебной деятельности в системе «студент-компьютер»

Студенту предъявляются из базы тестирования выборка тестовых вопросов. Ответ на вопрос может быть признан либо правильным, либо неправильным. Используя аппарат ФСТ, результатом оценки качества будет прогнозируемая вероятность безошибочного выполнения операции. В случае контрольной операции в виде тестовых вопросов, результатом будет вероятность правильного ответа на тестовые вопросы. Соответствие показателей, принятых в ФСТ, и показателей, используемых при моделировании диалога, приведено в табл. 1.

При разработке алгоритмов обучения возможно использование базовых конструкций

– типовых функциональных единиц (ТФЕ), приведённых в табл. 2.

К композиционерам (К) относятся элементы, которые отмечают начало или окончание некоторой группы операций, соединители и разъединители операций, ограничители циклов. Некоторые композиционеры приведены в табл. 3.

Подготовка моделей процесса обучения проводится по следующей методике:

1. Сформулировать цели работ по оценке показателей эффективности, качества и надёжности.

2. Собрать исходные данные.

3. Составить модель процесса в виде функциональной сети.

Анализ ряда публикаций позволил выделить следующие основные (типовые) действия в обучающей системе (ОС) (далее будем называть их операциями):

- изучение блока обучающей информации (учебный модуль);
- учебный контроль (самоконтроль, контроль);
- психофизиологический контроль (предварительный, текущий, итоговый);
- коррекция процесса обучения по результатам учебного и психофизиологического контроля.

По результатам психофизиологического и учебного контроля могут быть уточнены цели и содержание обучения, пересмотрены подходы к выбору организационных форм и методов обучения или же принципиально перестроена вся технология обучения [4].

Выделенные ТФЕ процесса обучения в сочетаниях могут составлять различные типовые структуры (ТФС). Приведём некоторые из них (табл. 4.).

2. Модели для оценки вероятности безошибочного прохождения теста. Отдельные модели для оценки надёжности процессов деятельности человека-оператора приведены в табл. 5. В этой таблице i - номер ТФЕ, n - количество ТФЕ.

Приведённые в [3] примеры показали возможность использования аппарата ФС при эргономическом проектировании обучающих систем “человек-компьютер”. Предложенные модели могут использоваться в процессе эксплуатации систем для оценки и

выбора рациональных режимов функционирования ОС “человек-компьютер”.

3. Модель прогнозирования результирующей оценки в баллах.

3.1 Содержательный анализ задачи прогнозирования оценки. В п.2 был рассмотрен подход к использованию аппарата ФСТ к моделированию диалога в обучающей системе «человек – компьютер». В данной работе было определено содержание преобразований, которые необходимо произвести для получения численных показатели эффективности, качества и надёжности различных вариантов организации диалога в ОС «человек-компьютер» и была показана возможность применения при оценке вариантов организации диалога в ОС «человек-компьютер» существующих в функционально-структурной теории моделей оценки по показателям безошибочности и своевременности.

Однако существенным недостатком данного подхода является то, что качество, как отдельных элементов, так и всего процесса функционирования определяется в виде вероятности безошибочного выполнения операции. В то время как для процесса обучения характерна бальная оценка. Например, при использовании пятибалльной шкалы оценок это может быть – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Поэтому необходимо разработать метод, позволяющий установить переход между вероятностными прагматическими показателями качества процесса функционирования в системе «человек-компьютер» и соответствующей балльной оценкой, используемой в процессе обучения.

Исходя из этого, задачу можно сформулировать следующим образом.

Имеется алгоритм функционирования, который характеризуется такими прагматическими показателями качества и надёжности как:

$V^1(V^0)$ – вероятность безошибочного выполнения.

$M(T)$ – математическое ожидание времени выполнения,

$D(T)$ – дисперсия времени выполнения,

$K^{11}(K^{10})$ – вероятность обнаружения (необнаружения) ошибки при её отсутствии, $K^{00}(K^{01})$ – вероятность необнаружения (об-

наружения) ошибки при её наличии.

Вероятность безошибочного выполнения может непрерывно изменяться в диапазоне $[0,1]$. Принятая пятибалльная шкала оценивания соответствует дискретным значениям {«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»}.

Необходимо разработать метод, который позволит переходить от значений по непрерывной вероятностной шкале к оценке по дискретной пятибалльной шкале.

3.2 Разработка способа определения оценки. Проведение процедуры тестового контроля даёт возможность получить значения для фактической вероятности безошибочного выполнения операции (в данном случае учебного модуля):

$$B = N_{np} / N,$$

где N_{np} – количество вопросов, на которые получены правильные ответы,

N – общее количество вопросов.

Пусть при оценке тестами качества изучения модуля количеству правильных ответов на вопросы по шкале вопросов ставится в соответствие балльная оценка по пятибалльной шкале.

Разобьём шкалу вероятностей на количество интервалов, соответствующее выделенным уровням качества

$$B = B^1 \cup B^2 \cup B^3 \cup B^4,$$

где

$$B^1 = (B_{\min}^1; B_{\max}^1), B^2 = (B_{\min}^2; B_{\max}^2),$$

$$B^3 = (B_{\min}^3; B_{\max}^3), B^4 = (B_{\min}^4; B_{\max}^4).$$

Значениям по шкале вероятностей поставим в соответствие балльную оценку, используя базу правил:

ЕСЛИ $(x > B_{\min}^1)$ И $(x < B_{\max}^1)$ ТО $y =$ «отлично»,

ЕСЛИ $(x > B_{\min}^2)$ И $(x < B_{\max}^2)$ ТО $y =$ «хорошо»,

ЕСЛИ $(x > B_{\min}^3)$ И $(x < B_{\max}^3)$ ТО $y =$ «удовлетворительно»,

ЕСЛИ $(x > B_{\min}^4)$ И $(x < B_{\max}^4)$ ТО $y =$ «неудовлетворительно».

Таким образом, можно, используя шкалу вероятности в качестве нормировочной шкалы, перейти к балльной шкале (рис. 2).

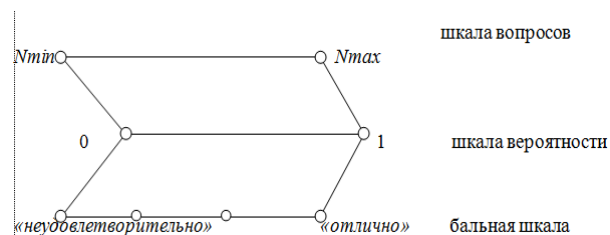


Рис. 2. Шкалы вопросов, вероятности и баллов

Итоговый контроль даст возможность сравнить фактическое значение вероятности со значениями, полученными на основании имеющихся моделей.

3.3 Пример. Обозначим на шкале вероятности следующие интервалы, соответствующие выделенным уровням качества:

$$B^1 = (0.86; 1), B^2 = (0.72; 0.85), \\ B^3 = (0.60; 0.71), B^4 = (0.3; 0.59).$$

Пусть в тестовой выборке содержится 30 вопросов, правильных ответов получено 23. Тогда значение вероятности безошибочного выполнения операции составит $23/30 = 0.77$, что соответствует интервалу B^2 («хорошо»).

ВЫВОДЫ

Исследована структура диалога в ОС «человек-компьютер». Рассмотрена возможность использования существующих моделей ФСТ эрготехнических систем для оценки результатов обучения.

Разработаны модели перевода оценок безошибочности в оценки качества учебной деятельности. Полученные модели использованы для прогнозирования фиксированной балльной оценки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ящун Т. В. Оценка качества учебно-познавательной деятельности в системе «студент - компьютер»: Дис. канд. техн. наук: 05.01.04 / Украинская инженерно- педагогическая академия. - Х., 1999. – 221 с.
- [2] Лавров Е.А., Барченко Н.Л. Эргономические исследования системы «студент-компьютер»: разработка математических моделей элементов диалога// Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Сер. Системы управления. - Харьков, 2010 - 1/7 (43) - 2010. - С. 23-29.
- [3] Информационно - управляющие человеко-машинные системы: Исследование, проектирование, испытания: Справочник/ Адаменко А.Н., Ашерев А.Т., Лавров Е.А. и др. под

общ. ред. Губинского А.И. и Евграфова Е.Г.
- М., Машиностроение, 1993. – 528с.

[4] Тулова С. А. Структура Модели Обучаемого
в Автоматизированной Обучающей Системе

//Сборник трудов международной научно-
технической конференции КТУДО-2002. –
Тверь, Тверской Государственный Техниче-
ский Университет. – 2002. С. 72-75.

Таблица 1. Соответствие показателей в ФСТ и при моделировании диалога
в системе «студент-компьютер»

Показатель	ФСТ	Моделирование диалога в системе «студент-компьютер»
B^1	Вероятность безошибочного выполнения операции	Вероятность правильного ответа на случайно выбранный вопрос из базы тестирования
B^0	Вероятность ошибочного выполнения операции	Вероятность неправильного ответа на случайно выбранный вопрос из базы тестирования
$M(t)$	математическое ожидание времени выполнения операции	Математическое ожидание времени изучения модуля или ответа на тестовые вопросы
$D(t)$	дисперсия времени выполнения операции	Дисперсия времени изучения модуля или ответа на тестовые вопросы
$K^{11} (K^{10})$	Условная вероятность того, что операция, которая проверяется, при фактически правильном выполнении будет признана правильной (неправильной) ($K^{11} + K^{10} = 1$)	Условная вероятность того, что ответ на тестовый вопрос, при фактически правильном ответе будет признан правильным (неправильным) ($K^{11} + K^{10} = 1$)
$K^{00} (K^{01})$	Условная вероятность того, что операция, которая проверяется, при фактически неправильном исполнении будет признана неправильной (правильной) ($K^{00} + K^{01} = 1$)	Условная вероятность того, что ответ на тестовый вопрос, при фактически неправильном ответе будет признан неправильным (правильным) ($K^{00} + K^{01} = 1$)

Таблица 2. Функционеры

Элемент учебного процесса (ПФ)	ТФЕ	Условное обозначение	Обозначение	Определение
Учебный модуль	Рабочая		$B^1 (B^0), M(T), D(T)$	Вероятность безошибочного (ошибочного) выполнения операции, математическое ожидание и дисперсия времени выполнения операции
Контроль результатов обучения	Контроль функционирования		$K^{11} (K^{10})$ $K^{00} (K^{01})$ $M(T)$ $D(T)$	Условная вероятность того, что операция, которая проверяется, при фактически правильном выполнении будет признана правильной (неправильной) ($K^{11} + K^{10} = 1$) Условная вероятность того, что операция, которая проверяется, при фактически неправильном исполнении будет признана неправильной (правильной) ($K^{00} + K^{01} = 1$) Математическое ожидание времени выполнения операции Дисперсия времени выполнения операции Этот функционер имеет два выхода: - Операция признана правильной. - Операция признана неправильной.

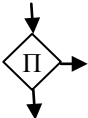
Психофизиологическое тестирование	Контроль работоспособности		$R^1 (R^0)$ $\Pi^{11} (\Pi^{10})$ $\Pi^{00} (\Pi^{01})$ $M(T)$ $D(T)$	Вероятность отсутствия (наличия) отказов в объекте, который контролируется Условная вероятность того, что при фактически работоспособном состоянии технических средств, которые проверяются, они будут признаны работоспособными (нетрудоспособными) ($\Pi^{11} + \Pi^{10} = 1$) Условная вероятность того, что при фактически неработоспособном состоянии технических средств, которые проверяются, они будут признаны нетрудоспособными (работоспособными) ($\Pi^{00} + \Pi^{01} = 1$) Математическое ожидание времени выполнения операции Дисперсия времени выполнения операции
-----------------------------------	----------------------------	---	---	---

Таблица 3. Композиционеры

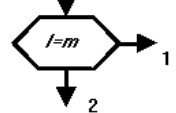
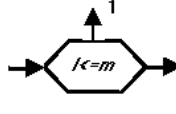
Наименование	Условное обозначение	Характеристики
Стартер		Начало процесса
Финишер		Окончание процесса
Циклоформирователь		При каждом входе в Циклоформирователь суммируется и заполняется итоговое число входов, при этом, пока фактическое число входов меньше заданного значения ($l \leq m$), реализуется выход 1 (продолжение циклов), при достижении $l = m + 1$ реализуется выход 2 (переход к следующей операции)
Циклоограничитель		При каждом входе в Циклоограничитель суммируется и заполняется итоговое число входов, при этом, пока фактическое число входов меньше заданного значения ($l \leq m$), реализуется выход 1 (разрешение на продолжение циклов), при достижении $l = m + 1$ реализуется выход 2 (циклы прекращаются)

Таблица 4. Типовые функциональные структуры

Содержание ТФС	Схема ТФС	Содержание ТФС	Схема ТФС
Последовательное выполнение учебных модулей без самоконтроля		Комплекс последовательно выполняемых блоков операций с общим послеблочным самоконтролем	
Комплекс последовательно выполняемых блоков операций с поблочным самоконтролем		Комплекс последовательно выполняемых блоков операций с поблочным самоконтролем и общим послеблочным контролем	

Таблица 5. Модели для оценки надежности процессов деятельности человека-оператора

ТФС	Схема ТФС	Показатель	Расчётная формула
1. Последовательное выполнение учебных модулей без самоконтроля		Вероятность выполнения модуля	$B = \prod_{i=1}^n B_i$
		Математическое ожидание времени выполнения модуля	$M(X) = \sum_{i=1}^n M(X_i)$
		Дисперсия времени выполнения модуля	$D(X) = \sum_{i=1}^n D(X_i)$
2. Цикловая ФС «Рабочая операция с контролем функционирования без ограничения на число циклов»		Вероятность выполнения операции	$B = B^1 * K^{11} * \frac{1}{1 - (B^1 * K^{10} + B^0 * K^{00})}$
		Математическое ожидание времени выполнения операции	$M(X) = (M(X_p) + M(X_k)) * M(L)$ $M(L) = \frac{1}{1 - (B^1 * K^{10} + B^0 * K^{00})}$
		Дисперсия времени выполнения операции	$D(X) = D(L) * (M(X_p) + M(X_k))^2 + (D(X_p) + D(X_k)) * M(L)$ $D(L) = \frac{B^1 * K^{10} + B^0 * K^{00}}{(1 - (B^1 * K^{10} + B^0 * K^{00}))^2}$
Рабочая операция с контролем функционирования и исправлением ошибки без циклов		Вероятность выполнения операции	$B = B_1^1 * K^{11} + (B_1^0 * K^{00} + B_1^1 * K^{10}) * B_2^1$
		Математическое ожидание времени выполнения операции	$M(X) = M(X_{p1}) + M(X_k) + (B_1^0 * K^{00} + B_1^1 * K^{10}) * M(X_{p2})$
		Дисперсия времени выполнения операции	$D(X) = D(X_{p1}) + D(X_k) + (B_1^0 * K^{00} + B_1^1 * K^{10}) * D(X_{p2}) + (B_1^0 * K^{00} + B_1^1 * K^{10}) * (B_1^1 * K^{11} + B_1^0 * K^{01}) * M^2(X_{p2})$

