

УДК 378.147:681.142.2

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ УЧЕБНЫХ КУРСОВ (КУК) К ВАРЬИРОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ

Федорова С.А.

Определен показатель эффективности компьютерного учебного курса – вероятность достижения цели. С учетом структуры взаимодействия обучающей, обучающейся сторон и предмета освоения выведена модель обучения и проанализирована вариация ее параметров.

В результате сравнительного анализа показателей эффективности КУК выявлен объективный показатель этого уровня – вероятность достижения цели обучения.

Продвижение к цели в процессе обучения с использованием КУК осуществляется последовательно, по мере усвоения блоков знаний по вопросам, предусмотренным программой. При правильном (успешном) ответе на вопросы программы цель достигается. Динамика показателя отражает этот процесс по шагам обучения (или во времени).

Известные модели обучения не учитывают структуру взаимодействия обучающей, обучающейся сторон и предмета освоения.

Представим процесс обучения как циклический, включающий показанные на рисунке 1 функциональные элементы с гибкой структурой, когда взаимодействие КУК с обучаемым изменяется в зависимости от его ответов.

Такое представление соответствует принятому нами подходу к описанию обучения как процесса управления, в котором поэтапно выдается, перерабатывается и принимается информация, а ее освоение контролируется с последующей выработкой корректирующих воздействий. Для вывода зависимости вероятности правильных ответов обучаемого от шага n обучения применим аппарат марковских процессов.

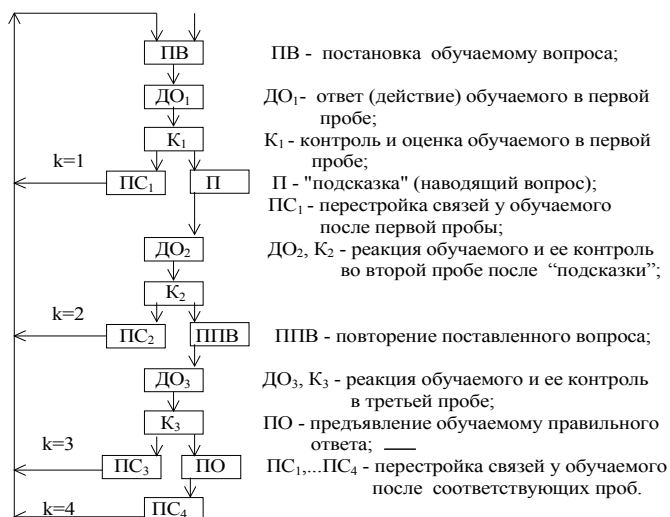


Рисунок 1 – Циклическая структура обучения

На рисунке 2 изображен разработанный граф событий, соответствующий структуре функции рисунка 1.

Здесь вершины со знаком «плюс» – положительный исход, со знаком

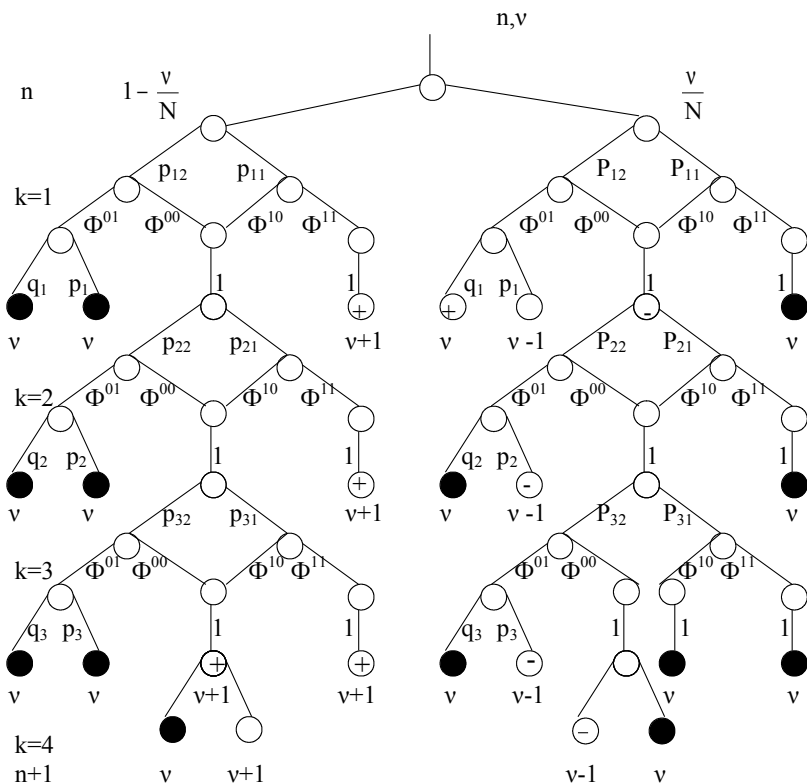


Рисунок 2 – Граф событий, соответствующий циклической структуре обучения «минус» – отрицательный.

На дугах графа обозначены одношаговые вероятности перехода из состояния в состояние, являющиеся вершинами графа. Начальная вершина соответствует числу блоков (вопросов) v , освоенных на шаге n обучения. Висящие вершины относятся к шагу обучения $n+1$. Фрагмент в целом отображает возможные варианты развития процесса за один произвольный шаг обучения.

Использованные обозначения:

- v – число блоков знаний, освоенных обучаемым к n -му шагу обучения;
- p_{kl} – условные одношаговые вероятности правильных ($l=1$) или неправильных ($l=2$) ответов обучаемого на неосвоенные вопросы на пробе (акте)

k шага обучения; $k=1,2,3$;

P_{kl} – то же при ответе на освоенные блоки;

Φ^{ij} – условные вероятности оценки j обучаемого при условии, что фактически его реакция i ; $i=1,2$; $j=1,2$; при $j=i$ правильные решения; при $j \neq i$ – ошибки;

p_k – вероятности правильной перестройки обучаемого; $q_k=1-p_k$ – неправильной его перестройки на акте k шага обучения.

Висящие вершины графа обозначены по новым состояниям обучаемого: v – число освоенных блоков равно v ; $v+1$ – число освоенных блоков на единицу больше; $v-1$ – число освоенных блоков на единицу меньше.

На рисунке 2 показана разработанная граф–модель обучения, положенная в основу вывода математической модели обучения, полученной в виде

$$P_n = 1 + \Delta P \frac{B}{1-A} (1 - A^{n-1}) \quad (1)$$

или

$$P_n = p_{11} + (p_{11}\Phi^{10} + p_{12}\Phi^{00})(p_{21} + (p_{21}\Phi^{10} + p_{22}\Phi^{00})p_{31}) + \Delta P \frac{B}{1-A} (1 - A^{n-1}),$$

где

$$\begin{aligned} \Delta P = & P_{11} - p_{11} + (P_{11}\Phi^{10} + P_{12}\Phi^{00})(P_{21} + (P_{21}\Phi^{10} + P_{22}\Phi^{00})P_{31}) - \\ & - (p_{11}\Phi^{10} + p_{12}\Phi^{00})(p_{21} + (p_{21}\Phi^{10} + p_{22}\Phi^{00})p_{31}), \end{aligned} \quad (2)$$

а уточненные параметры модели обучения запишутся как

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{1}{N} \left[\pi_{v,v-1}^* + \pi_{v,v+1}^* \right], \\ B &= \frac{1}{N} \left[\pi_{v,v+1}^* \right], \\ \pi_{v,v+1}^* &= p_{11}\Phi^{11} + (p_{11}\Phi^{10} + p_{12}\Phi^{00})(p_{21}\Phi^{11} + (p_{21}\Phi^{10} + p_{22}\Phi^{00})(p_{31} + p_{32}\Phi^{00}p_4)), \\ \pi_{v,v-1}^* &= P_{12}\Phi^{01}p_1 + (P_{12}\Phi^{00} + P_{11}\Phi^{10})(P_{22}\Phi^{01}p_2 + (P_{22}\Phi^{00} + P_{21}\Phi^{10})P_{32}(\Phi^{01}p_3 + \Phi^{00}p_4)). \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

В частном случае имеет место модель [1], когда на одном шаге обучения есть только одна проба (один акт), т.е. $k=1$.

На рисунке 3,а изображены зависимости P_n в функции от ее параметров и шага обучения n .

Для определения размаха варьирования были рассчитаны зависимости при $\Phi^{11}=0,95$, $P_{11}=p_{11}=P_{21}=p_{21}=P_{31}=p_{31}=0,1$ и $p_1=0,1$ и $p_1=0,9$. (3)

При максимальном размахе значений параметра P_{11} значительных изменений не наблюдается. Следовательно, наиболее существенное влияние

на ход кривой связано с размахом значений p_{11} – максимальный прирост знаний возможен при минимальном начальном уровне знаний.

Следует определить интервал прироста знаний от $p_{11}=0,1$ $P_{11}=0,2$ (минимум). Так как в этом случае P_n минимальна и неизменна.

Варьирование P_{21} (рисунок 3,б) определяет размах P_n при $n=20$ от 0,66 до 0,68 при равном начальном уровне обученности.

Изменение p_{21} при $p_{11}=0,1$ $P_{11}=0,9$ определяет различный начальный уровень. Причем вариации P_{21} колеблются около значений $p_{21}=0,5$ (рисунок 3,в), что позволяет исследовать вариации параметров P_{31} и p_{31} на интервале $p_{11}=0,1$ $P_{11}=0,9$ $p_{21}=0,9$ $P_{21}=0,9$ $p_1=0,1$ на максимуме и $p_{11}=0,1$ $P_{11}=0,2$ $p_{21}=0,1$ $P_{21}=0,9$ $p_1=0,1$ на минимуме. Размах вариации по P_{31} и p_{31} составляет от 0,85 и 0,25 на входе до 0,93 и 0,31 на выходе (рисунок 3,г). Таким образом, наибольшая вероятность приобретения знаний наблюдается при третьей попытке.

Итак, при равных одношаговых вероятностях правильного ответа обучаемого на освоенный и неосвоенный блоки другие параметры модели на вероятность правильного ответа на вопрос не влияют. При одинаковых значениях вероятности правильного ответа обучаемого при второй и третьей пробах вероятность правильного ответа на вопрос практически одинакова.

При одношаговой вероятности правильного ответа обучаемого при первой пробе на освоенный вопрос больше, чем на неосвоенный, обучения практически не наблюдается.

При одношаговой вероятности правильного ответа обучаемого при второй пробе на освоенный вопрос прирост знаний меньше, чем при таком же ее значении по неосвоенному вопросу.

При одношаговой вероятности правильного ответа обучаемого в третьей пробе на освоенный вопрос прирост знаний меньше, чем при таком же ее значении по неосвоенному вопросу.

Наибольший прирост знаний наблюдается при увеличении одношаговой вероятности правильного ответа обучаемого в третьей пробе на неосвоенный блок.

Как видим из рисунка 3,а, изменение начальной вероятности правильного ответа обучаемого на неосвоенный вопрос во второй пробе существенно влияет на начальный уровень обученности. Прирост p_{21} с 0,1 до 0,9 при указанных на рисунке 3 фиксированных остальных параметрах поднимает начальный уровень от 0,4 до 0,9.

Как следует из анализа, качество обучения можно существенно повышать при совместном изменении как параметров, влияющих на начальный уровень, так и параметров, повышающих скорость обучения.

Действительно, в указанных группах А, В, С начальный уровень для пар кривых этой группы одинаков, а накопление знаний у обучаемых либо мало (кривая 6 группы С), либо отсутствует (кривая 5 группы В, кривая 3 группы А); достаточно быстрое накопление знаний тем быстрее, чем ниже начальный уровень обученности.

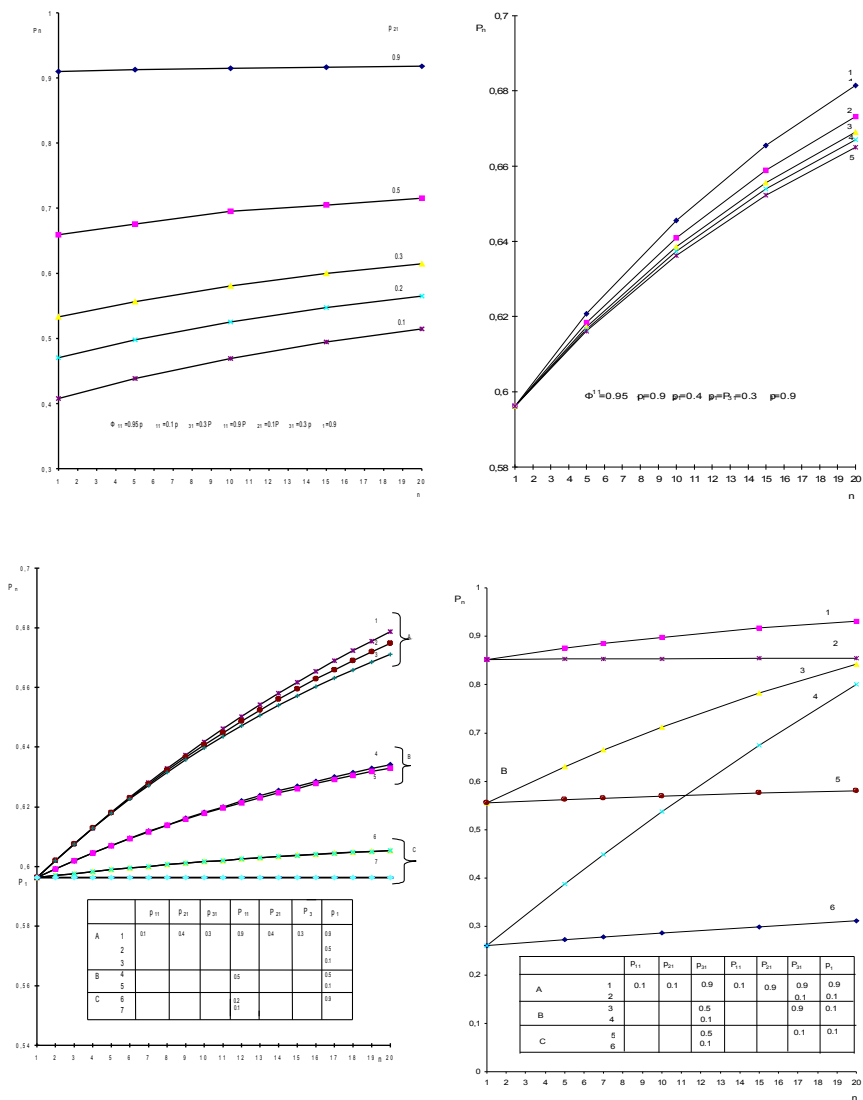


Рисунок 3 - Исследование модели обучения на чувствительность к варьированию параметров
 а - изменение начального уровня обученности за счет различия в параметре p_{21} при постоянстве остальных параметров
 б - кривые обучения при одинаковом начальном уровне обученности и варьирования p_{21}
 в - чувствительность модели обучения к варьированию ее параметров при $\Phi^{11}=0,95$ и постоянном начальном уровне обученности $P_1=0,597$
 г - изменение хода обучения при варьировании как начального уровня, так и скорости обучения

Отметим, что отличие полученной нами модели обучения состоит в том, что один шаг обучения рассматривается в ней состоящим из нескольких (трех) микрошагов: ПВ–П, П–ППВ, ППВ–ПО. В пределах одного шага обучающаяся сторона изменяет свое поведение в зависимости от реакции обучаемого с целью более эффективного освоения обучаемым учебного материала. Как показали расчеты, разработанная модель обучения чувствительна к изменению основных своих параметров. Изменение выходного ее показателя (вероятности правильного ответа) ясно интерпретируется.

Библиография

1 Чабаненко П.П. Использование графовой модели в АУК / П.П. Чабаненко, С.А. Федорова // Материалы докл. V Междунар. науч.-метод. конф. «Проблемы формирования творческого потенциала обучаемых», Севастополь, 26–30 мая. — Севастополь, 1998. — С. 66–71.

Поступила в редакцию 16.11.2000 г.