

УДК 519.6

КОНДРАТЁНОК Е. В., КОНДРАТЁНОК В. А.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОГО УЧЕБНОГО РЕСУРСА

Белорусский Национальный Технический Университет
Военная Академия Республики Беларусь

Приведены результаты анализа необходимости и интенсивности управляющего воздействия на обучающихся при различных уровнях их подготовленности в соответствии с принятой теоретической моделью при реализации адаптивного учебного ресурса. Предлагается использовать коэффициент управляющего воздействия на каждом этапе обучения в зависимости от требуемого результирующего показателя и имеющихся возможностей педагога, состава и наполнения учебных модулей адаптивного учебного ресурса и распределения бюджета учебной нагрузки преподавателя.

Введение и постановка задачи

Разработчики сложных систем на этапе проектирования часто сталкиваются с широким перечнем проблем, автоматизировать решение которых достаточно сложно или нецелесообразно. Выходом из ситуации в настоящее время является использование систем поддержки принятия решений, которые служат для того, чтобы улучшить качество принимаемых решений, позволяя пренебречь детальным анализом всего объема требуемой информации из-за ограничений во времени или его сложности. От того, насколько система поддержки принятия решений эффективна, зависят показатели качества функционирования всей сложной системы, в состав которой указанная система поддержки принятия решений входит в виде подсистемы.

Рассмотрим результаты анализа необходимости и интенсивности управляющего воздействия при различных уровнях подготовленности обучаемых в соответствии с теоретическими моделями [1, 2] при реализации адаптивного учебного ресурса.

Цепь Маркова, моделирующая вероятностный процесс прохождения адаптивного учебного ресурса и порядок ее применения для технической дисциплины рассмотрен автором в [3]. Модель адаптивного учебного ресурса

в [3] представляет собой ориентированный граф [4]. В [3] подчеркивалось, что сложность марковской модели функционирования системы определяется необходимостью учета множества факторов и сложной организацией самой системы [5]. Также обращалось внимание на то, что вероятностный подход, традиционно использованный в марковских моделях, не всегда применим из-за недостатка статистической информации о состоянии сложной системы [6].

Применение же системы поддержки принятия решений при разработке и использовании адаптивного учебного ресурса позволит хотя бы частично нивелировать указанные сложности в связи с тем, что то или иное решение будет принимать человек (пользователь, разработчик сложной системы), в распоряжении которого будет уже подготовленная информация.

Результаты математического моделирования

Для обучаемого адаптивный учебный ресурс представляется набором модулей (тем, разделов), а наиболее важным из них является последний (сдача экзамена, зачет). Вся процедура изучения адаптивного учебного ресурса может быть рассмотрена как последовательная реализация набора этапов (изучения тем) при

отсутствии контуров обратной связи (см. рис. 3 [3]).

Случайные события реализации этапов осуществляются последовательно, математическая модель изучения простой марковской цепью событий из N этапов, для которой n -мерная плотность вероятности показателя качества вдоль всей цепи представляется в виде:

$$P(W_0, W_1, W_2, \dots, W_n, \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n) = P(W_0)P(W_1/W_0, \delta_1) \dots P(W_n/W_{n-1}, \delta_n),$$

где $P(W_0)$ – плотность распределения вероятности показателя качества на входе цепи; W_i – показатель качества выполнения i -го этапа (изучения i -ой темы); $i = 1, \dots, n$; δ_i – коэффициент управляющего воздействия на i -ом этапе; $\delta_i \in 0, 1$; $P(W_{i-1}, \delta_i)$ – условная плотность вероятности показателя качества на i -ом этапе.

В качестве показателя W_i здесь можно рассматривать оценку знаний обучаемого после изучения i -го учебного модуля ($W_i = 1, 2, \dots, 10$). В качестве же значения δ_i рассматривается интенсивность влияния преподавателя на обучаемого (при $\delta = 0$ педагог не оказывает воздействия, при $\delta = 1$ преподаватель оказывает максимально возможное воздействие на обучаемых (к примеру, организует и проводит дополнительные консультации, в том числе и индивидуальные)).

Однако уделить одинаковое внимание всем учебным группам, в которых педагог проводит занятия, иногда затруднительно или невозможно ввиду большой загруженности последнего. В этом случае необходимо распределить усилия преподавателя между группами в соответствии с подготовленностью обучаемых и сложностью преподаваемого учебного материала.

Поскольку конечным и наиболее важным для контроля качества усвоения материала адаптивного учебного ресурса является этап сдачи экзамена (зачет), то представляет интерес решение задачи нахождения вероятности получения «положительной» оценки $P_{\text{ЭКЗ}}$ в ходе данного этапа.

Для ее решения рассмотрим вариант последовательного изучения учебных модулей адаптивного учебного ресурса, по окончании каждого из которых обучаемый сдает тест.

Принимая $\delta = \text{const}$ для всей траектории прохождения адаптивного учебного ресурса,

можно рассчитать $P_{\text{ЭКЗ}}$ для набора δ ($\delta = \delta' = 1$, $\delta = \delta'' = 0,5$, $\delta = \delta''' = 0, \dots$).

В случае, если бы модулей адаптивного учебного ресурса было, к примеру, два, значение $P_{\text{ЭКЗ}}$ можно рассчитать в соответствии со следующим выражением:

$$P_{\text{ЭКЗ}} = \int_4^{10} \int_4^{10} \int_4^{10} P(W_0)P(W_1/W_0, \delta) \times \times P(W_2/W_1, \delta) dW_0 dW_1 dW_2.$$

В рассматриваемом случае количество модулей равно 10 [3]. Это несколько усложняет выражение, к тому же величина W_i дискретна. При этом

$$P_{\text{ЭКЗ}} = \sum_{i=4}^{10} P(W_{10}, \delta) P(W_{10}/W_9, \delta),$$

где

$$P(W_{10}, \delta) = \sum_{i=4}^{10} P(W_9, \delta) P(W_9/W_8, \delta);$$

...

$$P(W_2, \delta) = \sum_{i=4}^{10} P(W_1, \delta) P(W_2/W_1, \delta);$$

$$P(W_1) = \sum_{i=4}^{10} P(W_0) P(W_1/W_0, \delta).$$

Функция плотности вероятности $P(W_i/W_{i-1}, \delta_i)$ определяется экспериментально. При этом она должна обладать следующими свойствами:

1. Вероятность качественного изучения i -го модуля тем выше, чем эффективнее используется система поддержки принятия решения.

2. Чем выше качество изучения i -го модуля, тем выше вероятность более высокого качества изучения $(i + 1)$ -го модуля адаптивного учебного ресурса.

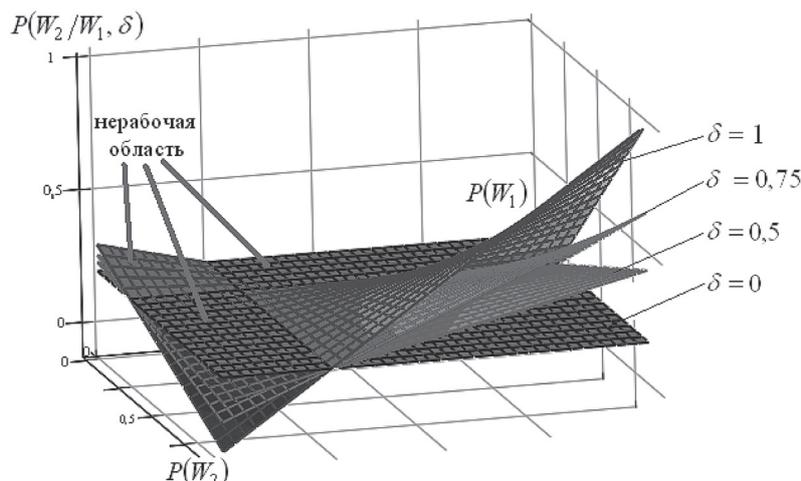
3. Функция плотности вероятности должна удовлетворять условию нормировки

$$\int_0^{W_i} P(W_i/W_{i-1}, \delta_i) dW_i = 1,$$

где W_i – максимальное значение показателя качества.

Перечисленные свойства позволяют по аналогии с [1, 2] использовать следующую функции плотности вероятности (ее линейной аппроксимацией):

$$P(W_i/W_{i-1}, \delta_i) = \frac{1}{W_M} - \frac{\delta_i}{2 - \delta_i} \left(\frac{2W_{i-1} - W_M}{W_M} \right) \left(1 - \frac{2W_i}{W_M} \right).$$



Зависимость плотности вероятности показателя качества на i -ом этапе от качества выполнения $(i - 1)$ -го этапа

Здесь плотность вероятности является функцией трех переменных. Ее реализация для различных δ показана на рисунке.

Анализ приведенных зависимостей свидетельствует о следующем:

1. Подтверждается предварительное предположение о необходимости хотя бы минимального уровня управляющего воздействия на обучающихся при освоении ими учебных модулей адаптивного учебного ресурса, пример которого описан в [3]. Управляющее воздействие, в свою очередь, может выражаться в проведении «штатных» консультаций перед проведением лабораторных, контрольных, расчетно-графических работ, защите курсовых проектов и отчетов по лабораторному практикуму. Отсутствие обратной связи «обучаемый-преподаватель» не обеспечивает должной мотивации обучаемого, он не видит перспектив применения получаемых знаний и его интерес к предлагаемому учебному материалу резко снижается.

2. Получение положительного результата при изучении текущего учебного модуля тем выше, чем выше уровень освоения предшествующего. Только при освоении предшествующего модуля с оценкой «четыре» и выше дает возможность разобраться с материалом текущего модуля. В противном случае обучаемый не сможет сдать тест текущего модуля выше оценки «три» вне зависимости от коэффициента управляющего воздействия (нерабочая область зависимостей, показанных на рисунке).

3. Коэффициент управляющего воздействия оказывает тем большее влияние на ко-

нечный результат (тест текущего учебного модуля), чем выше был уровень прохождения предыдущего теста.

Выводы

1. Функция плотности вероятности может быть найдена экспериментально с учетом особенностей изучения обучающимися модуля адаптивного учебного ресурса, сложности представленного материала, его «забываемости» и других факторов.

Определив плотности вероятности $P(W_i/W_{i-1}, \delta)$, для каждого из этапов (для каждого учебного модуля), мы впоследствии сможем сформировать несколько «образов» траекторий адаптивного учебного ресурса (для $\delta = \delta'$, $\delta = \delta''$, $\delta = \delta'''$, ...) с точки зрения сложности их изучения. Получив перед началом обучения путем, к примеру, входного контроля, плотность распределения $P(W_0)$ и, используя ее как входную статистику, можно, задав необходимое (желаемое) значение $P_{\text{экз}}$, определить требуемое значение интенсивности воздействия на обучаемых со стороны преподавателя, распределив, таким образом, бюджет времени последнего.

2. Представленные и получаемые впоследствии зависимости позволят оптимизировать коэффициент управляющего воздействия на каждом этапе обучения в зависимости от требуемого результирующего показателя и имеющихся возможностей педагога, состав и наполнение учебных модулей адаптивного учебного ресурса и распределение бюджета учебной нагрузки преподавателя.

Литература

1. **Топольский, Н. Г.** Вероятностно-статистический подход к решению задач создания сложных систем безопасности объектов / Н. Г. Топольский, А. Н. Членов // Материалы XV НПК «Проблемы горения и тушения пожаров на рубеже веков». – М.: ВНИИПО МВД России, 1999. – С. 141–142.
2. **Членов, А. Н.** Эффективность системы поддержки принятия решений при проектировании тревожной сигнализации для сложных объектов / А. Н. Членов, А. Ф. Шакиров // Технологии техносферной безопасности. – № 3 (37). – 2011. – С. 1–6.
3. **Кондратенко, Е. В.** Результаты адаптивного учебного ресурса // Системный анализ и прикладная информатика. – № 4. – 2014. – С. 72–76.
4. **Галушкин, А. И.** Основы кибернетики. Математические основы кибернетики / А. Н. Галушкин, Ю. И. Дегтярев и др. / под ред. К. А. Пупкова. Учеб. пособие для ВТУЗов. – М.: Высшая школа, 1974. – 413 с.
5. **Райфа, Г.** Анализ решений (введение в проблему выбора в условиях неопределенности) / перев. с англ. – М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1977. – 408 с.
6. **Сильвестров, Д. С.** Полумарковские процессы с дискретным множеством состояний (основы расчета функциональных и надежностных характеристик стохастических систем). – М.: Сов. радио, 1980. – 272 с.

Поступила 18.11.15

После доработки 08.12.15

KONDRATYONOK E. V., KONDRATYONOK V. A.

DECISION SUPPORT SYSTEM IN THE ADAPTIVE TEACHING RESOURCE IMPLEMENTATION. ANALYSIS OF USE

The results of the analysis of the need and intensity of control to the students at different levels of readiness in accordance with the theoretical model in the implementation of adaptive educational resource. It is proposed to use a factor driving the first impact at each stage of training, depending on the desired result indicator and opportunities of the teacher; the composition and content of training modules adaptive educational resource and budget allocation teacher training load.