

Последняя формула связывает преобразование Лапласа $w(s)$ вектора $v(t)$ с матрицей $(sI - A)^{-1}$, вектором нормы выручки Q и вектором доходов в момент начала процесса. Вектор дохода $v(t)$ можно найти при помощи обратного преобразования Лапласа.

Для указанной выше матрицы A имеем:

$$\frac{1}{s}(sI - A)^{-1} = \frac{1}{s(s - (3 + \sqrt{3}))(s - (3 - \sqrt{3}))} \begin{bmatrix} s - 4 & 2 \\ 1 & s - 2 \end{bmatrix} = \frac{1}{\eta} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} + \frac{1}{\delta} \begin{bmatrix} -4 & 2 \\ 1 & -1 \end{bmatrix},$$

где $\eta = (s - (3 + \sqrt{3}))(s - (3 - \sqrt{3}))$, $\delta = s(s - (3 + \sqrt{3}))(s - (3 - \sqrt{3}))$. Обратное преобразование Лапласа для функции $\frac{1}{(p+a)(p+b)}$ равно $\frac{1}{b-a}(e^{-at} - e^{-bt})$, а для функции $\frac{1}{p(p+a)(p+b)}$: $\frac{1}{ab(a-b)}[(a-b) + be^{-at} - ae^{-bt}]$. Применяя для $w(s)$ обратное преобразование Лапласа, получим

$$v(t) = \frac{1}{2\sqrt{3}} \left(e^{(3+\sqrt{3})t} - e^{(3-\sqrt{3})t} \right) \begin{bmatrix} -10 \\ 6 \end{bmatrix} + \frac{1}{-12\sqrt{3}} \times \\ \times \left(-2\sqrt{3} - (3 - \sqrt{3})e^{(3+\sqrt{3})t} + (3 + \sqrt{3})e^{(3-\sqrt{3})t} \right) \begin{bmatrix} 52 \\ -22 \end{bmatrix}.$$

Если система начинает функционировать с перехода $\{k_1, k_2\} \rightarrow \{k_1 - 1, k_2\}$, то полный ожидаемый доход в момент времени t :

$$v_1(t) = \frac{-5}{\sqrt{3}} \left(e^{(3+\sqrt{3})t} - e^{(3-\sqrt{3})t} \right) - \frac{13}{3\sqrt{3}} \left(-2\sqrt{3} - (3 - \sqrt{3})e^{(3+\sqrt{3})t} + (3 + \sqrt{3})e^{(3-\sqrt{3})t} \right),$$

если с перехода $\{k_1, k_2\} \rightarrow \{k_1, k_2 - 1\}$, то:

$$v_2(t) = \frac{3}{\sqrt{3}} \left(e^{(3+\sqrt{3})t} - e^{(3-\sqrt{3})t} \right) - \frac{11}{6\sqrt{3}} \left(-2\sqrt{3} - (3 - \sqrt{3})e^{(3+\sqrt{3})t} + (3 + \sqrt{3})e^{(3-\sqrt{3})t} \right).$$

Литература.

1. Ховард Р.А. Динамическое программирование и марковские процессы. М.-1964. 192с.

АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ В БГТУ

А.А. Паук, В.А. Суслов

(БГТУ, г. Брест, КПУ, Польша)

Представление результатов. В существующем варианте компьютерной системы контроля знаний результаты теста не визуализируются, а записываются в файл протокола, что предполагает возможность их дальнейшей обра-

ботки. Для облегчения анализа результатов можно обеспечить доступ к их наглядному представлению в виде гистограмм: распределения ответов, частот появления вопросов и времени ответа. Такое представление результатов поможет лучше определить такие параметры вопросов, как индекс дискриминации и индекс трудности. Гистограмма распределения баллов поможет определить валидность теста.

Модернизация интерфейса пользователя-студента. Наиболее важные доработки "студенческой" части системы должны касаться обеспечения благоприятных эргономических условий тестирования. При этом следует учесть психологическую ситуацию, в которой находится тестируемый. Одним из решений для улучшения дружелюбности системы по отношению к студенту может быть введение мультимедийных вставок, поощряющих студента и стимулирующих его работу, но не подсказывающих правильных ответов в ходе тестирования [1]. В процессе прохождения теста в облегченном режиме тестируемому может быть предоставлен доступ к глоссарию по предметной области. Если в таком глоссарии реализовать протоколирование графа поиска словарной статьи, то можно накопить дополнительную информацию для оценивания знаний студента.

Доработка базы данных. Необходимые доработки структуры базы данных и алгоритма её обслуживания вытекают из предполагаемой реализации системы по интернет-технологии и сводятся к следующим ключевым моментам:

Существующая структура БД не позволяет вести учёт и не обеспечивает надежной аутентификации пользователей, поэтому требуется ввести таблицу, включающую сведения о пользователе, необходимые для реализации технологии скрытого тестирования и одновременно для самонастройки интерфейса.

Для более эффективного учета запросов пользователем теста следует поддерживать динамическую таблицу сессий, включающую следующие данные: код сессии; идентификатор теста; дату и время заказа теста; предельное время сессии; астрономическое время получения последнего ответа на вопрос. Поскольку период прохождения теста ограничен предельным временем сессии, то по истечении этого срока запись о незаконченной сессии можно автоматически переносить в таблицу результатов теста.

Для одновременной поддержки нескольких методик тестирования следует по коду сессии формировать временные таблицы вопросов и ответов в

соответствии с заданной методикой конкретного теста. Для адаптивного алгоритма во временную таблицу заносится полный комплект вопросов по данной теме, а для классического теста производится случайная выборка заданного количества вопросов. Эти таблицы существуют только до завершения сессии. Изменения должны быть внесены также в порядок поочерёдной выдачи заданий пользователю. Номера заданий следует выбирать в соответствии с методикой тестирования из временных таблиц вопросов и ответов.

Результаты тестов предлагается хранить в нескольких таблицах для избежания дублирования записей и для удобства последующей статистической обработки. Логично разделить общие результаты прохождения теста, такие как дата и суммарное время прохождения теста, и частные результаты ответа на конкретные вопросы: номер вопроса и номер выбранного ответа на него, суммарное время, затраченное на ответ по данному вопросу.

Специфика интернет-реализации требует предусмотреть реакцию системы на обрыв связи и её последующее восстановление по коду сессии. В соответствии с одним из вариантов алгоритма, пользователю в этом случае выдаётся последний вопрос из таблицы прохождения теста. Время обрыва связи, в течении которого можно попытаться возобновить прохождение теста с последнего заданного вопроса, ограничено. Если за предельное время, установленное для ответа на вопрос, ответа не получено, в таблицу прохождения теста подставляется нулевой балл и пользователю выдаётся следующее задание.

Регулирование доступа к базе. Согласно предложенной структуре системы к базе данных имеют доступ с разными правами администратор и две группы пользователей: преподаватели и студенты. Преподаватели должны быть авторизованными пользователями БД. Доступ к БД должен быть разделён таким образом, чтобы при редактировании вопросов и ответов отдельный преподаватель мог просматривать и корректировать вопросы только по своей предметной области, при этом должна существовать возможность перекрытия зон доступа, чтобы несколько преподавателей могли работать над одной предметной областью. Изменения в базе вопросов следует протоколировать. Возможность редактирования непосредственно описаний тестов в режиме удалённого доступа нами не рассматривается так как это упрощает задачу хакера и создаёт трудности в работе администратора.

Преподаватели должны иметь доступ к удаленному просмотру группы результатов для произвольно выбранных пользователей и статистики тестирования. Предполагается, что студент может просмотреть только свои результаты тестов, выбрав их по идентификатору и подтвердив права доступа сетевым паролем.

Введение вспомогательных средств в компьютерную систему тестирования. Наиболее актуальным решением по нашему мнению является разработка интерактивной помощи пользователю-преподавателю. Для того, чтобы результаты тестирования действительно отражали уровень знаний студента в предметной области, необходимо в соответствии с применяемой методикой тестирования строго соблюдать правила построения тестовых заданий и нормы оценивания ответов. Специфика подготовки преподавателей вузов не предполагает наличия у них глубоких знаний в области тестологии, поэтому система помощи должна сыграть определяющую роль в обеспечении корректности компьютерного тестирования. Одна из современных форм такой помощи – расширяемый пользователем глоссарий специфических терминов [2].

Для снижения вероятности фальсификации результатов тестирования может оказаться весьма полезной непрерывная идентификация пользователя, например по клавиатурному почерку или почерку работы с мышью [3, 4], что предполагает использование манипулятора специальной конструкции со встроенными датчиками, реагирующими на некоторые физические параметры человека.

Литература.

1. Skinner B. F., *The Science of Learning and the Art of Teaching* // Harvard educational review vol. XXIV, no. 2, spring, 1954, pp. 86-97.
2. Манако В., Манако А., Синица К., Коллекции интерактивных словарей для непрерывного обучения индивидуала // Educational Technology & Society 4(1) 2001 ISSN 1436-4522 pp. 98-104.
3. Климов А., Дистанционному образованию - дистанционный контроль //Компьютерра №23 (301) <http://www.computerra.ru/offline/1999/301/3746/>.
4. Компьютерная графология // Компьютерные Вести №23, 1999 www.kv.by/index1999232201.htm.