

УДК 355.23

А. И. Алтухов, С. А. Багрецов, Н. А. Карпинчук, М. А. Чебурков
Военно-космическая академия им. А. Ф. Можайского

Методика оценивания временных затрат на изучение курса учебной дисциплины с применением автоматизированных обучающих систем

Рассмотрена методика оценивания временных затрат на изучение курса учебной дисциплины с применением автоматизированных обучающих систем. Приведены результаты апробации методики оценивания временных затрат на изучение курса. Результаты временных характеристик изучения курса коррелируют с результатами, полученными расчетом на основе экспертных данных. Предлагаемая методика может быть использована с целью планирования и оценки временных ресурсов по конкретным темам дисциплины.

Автоматизированные обучающие системы, курс учебной дисциплины, вероятностные переходы, время изучения, трудоемкость

Автоматизированные обучающие системы (АОС) сегодня нашли широкое применение в образовательной деятельности. Как правило, такие системы разрабатываются в рамках отдельной дисциплины или цикла дисциплин. Важным аспектом АОС является ее эффективность. Одним из критериев эффективности АОС является оценивание временных затрат на изучение курса учебной дисциплины посредством таких систем. Традиционно эффективность АОС оценивалась с привлечением большой группы обучающихся. Результаты обучения фиксировались и обрабатывались методами математической статистики. По полученным значениям определенных критериев делались выводы об эффективности АОС. Такой подход не всегда можно реализовать. Кроме того, он достаточно трудоемок.

Предлагается подход к оцениванию временных затрат, потребных для изучения дисциплины профессионального цикла с использованием АОС. Объем временных затрат зависит от разбиения курса учебной дисциплины на отдельные части изучаемого материала, от структуры распределения процедур, контролирующих процесс обучения, от уровня начальной подготовки обучающихся, от временных затрат на изучение каждой части материала, а также от их личностных качеств.

Сложность решения задачи оценивания уровня временных затрат на изучение дисциплины с использованием АОС определяется тем, что обучающиеся, имеющие различный уровень базовой подготовки и обладающие различными личност-

ными качествами, по-разному воспринимают материал. С учетом этого для индивидуализации процесса обучения в АОС реализуются различные способы представления учебного материала, отличающиеся степенью детализации и его разбиения на части. В связи с этим представляется целесообразным учебную дисциплину в АОС представлять в виде последовательности изучаемых вопросов (частей информации) различной сложности [1].

В зависимости от сложности частей информации выделяются связи между различными уровнями сложности при организации учебного материала в АОС (чем выше уровень, тем больше непоследовательных связей с нижними уровнями). Выполнение практических заданий на высших уровнях требует усвоения теоретического материала данного уровня, а также сформированных компетенций по выполнению практических заданий на предшествующих уровнях. Части информации на различных уровнях организации учебного материала взаимосвязаны между собой. Наличие таких связей определяет преподаватель, разрабатывающий рабочую программу учебной дисциплины. Переход с верхнего уровня на нижний означает, что обучающемуся потребовалась консультация у АОС и он не может без дополнительной информации по материалам предшествующего уровня понять и выполнить практическое задание текущего уровня. Переход к части информации предыдущих уровней означает, что у обучающегося возникла необходимость повторения материала [2]–[4].

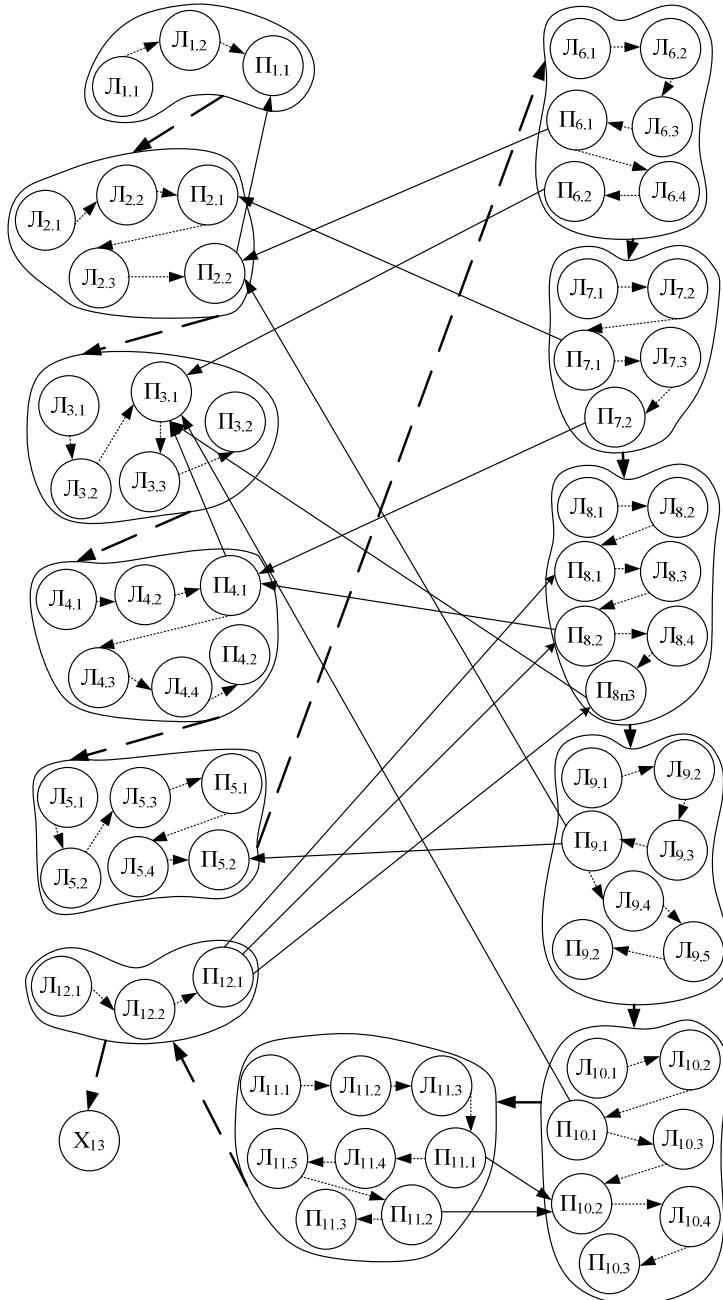


Рис. 1

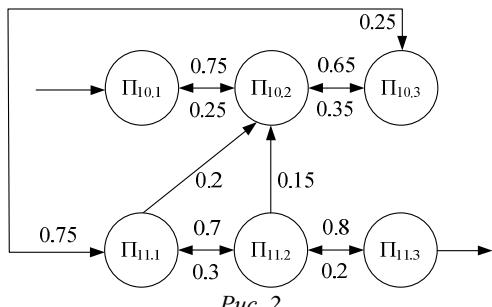
В качестве иллюстрации изложенного ранее материала на рис. 1 представлен пример графа информационных связей между темами, изучаемыми по дисциплине «Основы цифровой обработки информации». Практические занятия организованы с применением АОС.

Из графа видно, что изучение тем дисциплины происходит последовательно, как и проведение занятий внутри тем: сначала проводятся лекции, обозначенные в графе $L_{n,i}$ (L – лекция, n – порядковый номер темы, i – номер лекции по данной теме); после лекций проводятся практические занятия, обозначенные в графе $\Pi_{n,r}$ (Π –

практическое занятие, n – порядковый номер темы, r – номер практического занятия по данной теме); X_{13} – промежуточная аттестация по дисциплине. Если во время лекций обучающемуся не надо самостоятельно обращаться к предыдущим материалам дисциплины, преподаватель самостоятельно делает ссылки на ту или иную информацию. При выполнении практического задания обучающемуся самостоятельно необходимо принимать решения, от которых будет зависеть результат его выполнения и формирование необходимых компетенций. Поскольку, как правило, практические занятия основываются на знаниях

предшествующих информационных уровней, то при выполнении данного задания может возникнуть необходимость обращения обучающегося к материалам этих уровней [5].

На рис. 2 рассмотрен пример возможных состояний процесса обучения при выполнении практических занятий по темам № 10 и 11. Здесь приведен фрагмент всего процесса изучения дисциплины.



Puc. 2

Из данного графа видны связи возможных переходов с указанием вероятности перехода между уровнями информации, над стрелками указано значение вероятности того, что обучающийся перейдет на следующий уровень, а под стрелкой указано значение вероятности, с которой обучающийся вернется на предшествующий уровень информации.

Взаимные переходы из одного состояния $x \in X$ в другое в рассматриваемой модели носят стохастический характер и определяются вероятностями перехода $P = P_{\alpha,z}$. Каждый элемент $P_{\alpha,z}$ матрицы P определяет вероятность того, что гипотетический обучающийся после изучения части информации α перейдет к части z . Значение $P_{\alpha,z}$ зависит от профессиональной подготовки обучающихся.

Вероятности перехода $P_{\alpha,z}$ могут быть определены из анализа процесса обучения по данной или смежной дисциплине, а также анализом характеристик усвоения обучающимися отдельных операций на реальной аппаратуре, приемов решения задач и т. п.

Нужно помнить, что части учебной информации α и z могут находиться на различных уровнях. И здесь справедливо условие

$$\sum_{Z=1}^n P_{\alpha,z} = 1; \quad \alpha \in X; \quad \alpha, z = \overline{1, n}.$$

Если предположить, что для данного курса и для данных характеристик выборки обучающихся вероятности переходов постоянны и не зависят от

предыстории процесса обучения, процесс обучения можно считать марковским с n состояниями, определяющими общее число частей информации (в том числе и контролирующих процедур) в алгоритме обучения данного курса. Кроме того, в данном исследовании принято допущение, что время изучения курса обучающимися подчиняется усеченному нормальному закону распределения $(0; +\infty)$ [6].

Трудоемкость изучения или реализации отдельных частей информации представляется вектор-столбцом:

$$L = \begin{vmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \vdots \\ l_n \end{vmatrix}.$$

Тогда, если процесс обучения в АОС начинает выполнятся от части информации, определяемой номером $\alpha = \overline{1, n}$, то математическое ожидание числа повторных обращений к изучению части будет:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_n \end{bmatrix} = (J - P)^{-1}, \quad (1)$$

где J – единичная матрица.

Учитывая (1), математические ожидания (θ) и дисперсии (D) времени изучения курса, при условии, что процесс обучения начался с освоения операции $\alpha = \overline{1, n}$, будут определяться выражением, приведенным в [7]:

$$\boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \vdots \\ \theta_n \end{bmatrix} = (J - P)^{-1} \times L, \quad (2)$$

$$D = M \times (2L_1 \times P \times \theta + L_2), \quad (3)$$

где L_1 – диагональная матрица ($L_1 = \text{diag } L$);

$$L_2 = \begin{bmatrix} l_1^2 \\ l_2^2 \\ \vdots \\ l_n^2 \end{bmatrix}; \quad D = \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_n \end{bmatrix}.$$

С помощью (2) можно оценить временные характеристики процесса обучения.

Рассмотрим примеры определения временных характеристик изучения курса на практических занятиях по темам № 10 и 11 в АОС для следующих исходных данных, предложенных экспертами при разработке заданий по этим темам:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0.8 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0.75 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0 & 0.75 & 0 & 0 \\ 0 & 0.25 & 0.25 & 0 & 0.8 & 0 \\ 0 & 0.1 & 0 & 0.2 & 0 & 0.8 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.2 & 0 \end{bmatrix};$$

$$L = \begin{bmatrix} l_1 = 2.0 \\ l_2 = 2.7 \\ l_3 = 2.2 \\ l_4 = 2.2 \\ l_5 = 2.4 \\ l_6 = 2.0 \end{bmatrix}.$$

Используя (2), получим:

$$\theta = M \times L = \begin{bmatrix} 1.346 & 1.729 & 1.688 & 1.564 & 1.489 & 1.191 \\ 0.432 & 2.162 & 2.110 & 1.955 & 1.862 & 1.489 \\ 0.217 & 1.088 & 2.363 & 2.189 & 2.085 & 1.668 \\ 0.146 & 0.730 & 1.114 & 2.268 & 2.160 & 1.728 \\ 0.060 & 0.302 & 0.391 & 0.656 & 1.815 & 1.452 \\ 0.012 & 0.060 & 0.078 & 0.131 & 0.363 & 1.290 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2.0 \\ 2.7 \\ 2.2 \\ 2.2 \\ 2.4 \\ 2.0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20.5 \\ 23.1 \\ 21.8 \\ 18.3 \\ 10.5 \\ 4.1 \end{bmatrix}.$$

Первый элемент $\theta = 20.5$ вектора определяет среднее время изучения курса при условии, что процесс обучения начался с усвоения обучающимся первой части информации ($\alpha = 1$), а элемент $\theta = 23.1$ определяет время обучения при условии, что обучающийся ранее усвоил часть информации ($\alpha = 1$) и начинает процесс обучения с части $\alpha = 2$. По формуле (3) получим

$$D = \begin{bmatrix} 661.3 \\ 729.2 \\ 639.4 \\ 488.4 \\ 224.6 \\ 57.3 \end{bmatrix}.$$

После проведения аprobации разработанных заданий с использованием АОС на двух группах обучающихся по 25 человек были получены средние значения трудоемкости выполнения заданий и вероятности переходов между информационными уровнями, которые возникали у обучающихся:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.05 & 0 & 0.85 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.15 & 0 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.1 & 0 & 0.95 & 0 \\ 0 & 0.15 & 0 & 0.05 & 0 & 0.9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$L = \begin{bmatrix} l_1 = 2.6 \\ l_2 = 2.7 \\ l_3 = 2.3 \\ l_4 = 2.4 \\ l_5 = 2.5 \\ l_6 = 2.6 \end{bmatrix}.$$

По полученным результатам были рассчитаны временные характеристики изучения курса на практических занятиях по темам № 10 и 11 в АОС для проверки правильности работы предложенного метода:

$$\theta = \begin{bmatrix} 24.9 \\ 23.5 \\ 23.1 \\ 19.2 \\ 10.2 \\ 3.6 \end{bmatrix}; D = \begin{bmatrix} 796.7 \\ 708.9 \\ 645.9 \\ 487.4 \\ 205.1 \\ 32.6 \end{bmatrix}.$$

Найденные результаты коррелируют с результатами, полученными расчетом на основе экспертных данных. Это свидетельствует о корректности полученного исходного статистического материала (матрица вероятностных переходов) и возможности использования предлагаемой методики для целей планирования и оценки временных ресурсов по конкретным темам дисциплины. Исходная матрица вероятностных переходов корректируется с учетом накопления статистических данных.

Кроме того, приведенная методика была аprobирована преподавателями с целью планирования практических занятий. Накануне проведения занятия обучающиеся были протестиированы для определения уровня остаточных знаний по

материалам предыдущих занятий. По результатам тестирования было установлено, что ранее изученный материал усвоен в полном объеме, поэтому потребность в некоторых переходах к информационным уровням отпадает. С учетом этого исходные данные были скорректированы. Проведен перерасчет предполагаемых временных затрат на выполнение практического задания. Результаты приведены ниже:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0.95 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.05 & 0 & 0.85 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.15 & 0 & 0.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 & 0 & 0.95 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.05 & 0 & 0.9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$L = \begin{bmatrix} l_1 = 2.6 \\ l_2 = 2.7 \\ l_3 = 2.3 \\ l_4 = 2.4 \\ l_5 = 2.5 \\ l_6 = 2.6 \end{bmatrix}.$$

Используя (2) и (3), находим:

$$\theta = \begin{bmatrix} 16.2 \\ 14.3 \\ 12.7 \\ 9.2 \\ 5.8 \\ 3.1 \end{bmatrix}; D = \begin{bmatrix} 297.4 \\ 231.4 \\ 172.2 \\ 93.6 \\ 39.9 \\ 13.7 \end{bmatrix}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А. И., Калинин В. Н., Чебурков М. А. Об опыте формирования и оценивания компетенций по дисциплинам профессионального цикла в системе военного образования // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2016. № 650. С. 204–210.

2. Концепция инновационной технологии обучения по дисциплинам профессионального цикла подготовки специалистов в области обработки данных дистанционного зондирования Земли в образовательных учреждениях высшего профессионального образования / Ю. В. Кулешов, А. И. Алтухов, Н. С. Кужекин, М. А. Сквазников, М. А. Чебурков // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2012. № 636. С. 54–57.

3. Кунтурова Н. Б. Особенности оценивания профессиональной компетентности будущих специалистов в процессе их подготовки в вузе // Науч.-техн. ведомости: Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2009. № 5 (86). С. 194–198.

Полученные результаты показывают, что предполагаемое время выполнения практического задания сократилось. В высвободившееся время преподаватель может запланировать выполнение дополнительных заданий.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет оценить эффективность применения АОС в образовательной деятельности. При этом учитывается трудоемкость практических заданий, которые необходимо выполнить обучающимся, а также вероятности того, что обучающимся придется обратиться к предыдущим информационным уровням. Следует помнить, что изначально трудоемкость заданий и вероятностные взаимосвязи устанавливаются экспертами. Высокие значения дисперсии времени изучения курса объясняются новизной материала, предлагаемого в практических заданиях, для обучающихся, что обуславливает большое количество обращений к предыдущим информационным уровням. Дальнейшие корректировки трудоемкости и вероятностных взаимосвязей между практическими заданиями могут осуществляться в процессе использования уже разработанных АОС.

4. Алтухов А. И., Сквазников М. А., Чебурков М. А. Особенности применения многофункционального учебно-тренажерного комплекса приема, обработки, хранения данных дистанционного зондирования Земли в учебном процессе // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2013. № 640. С. 228–234.

5. Калинин В. Н., Коцкович А. В., Хохлова М. В. Методика промежуточного контроля уровня сформированности компетенций курсанта с использованием компьютерного тестирования // Тр. Военно-космической акад. им. А. Ф. Можайского. 2015. № 647. С. 198–204.

6. Тихонов В. И., Миронов М. А. Марковские процессы. М.: Сов. радио, 1977. 480 с.

7. Багрецов С. А., Попов Г. М. Вопросы компьютеризации учебно-воспитательного процесса. Л.: ПВУРЭ, 1989. 167 с.

A. I. Altuhov, S. A. Bagrecov, N. A. Karpenchuk, M. A. Cheburkov
A. F. Mozhaisky Military Space Academy

METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF TIME SPENDING ON LEARNING A COURSE IN THE ACADEMIC DISCIPLINE WITH THE USE OF AUTOMATED TRAINING SYSTEMS

The methodology of assessment of time spending on a course in an academic discipline with the use of automated training systems was treated. The results of approbation of methodology of assessment of time spending on the course were given. The results of the temporal characteristics of learning the course correlate with the results obtained by calculation based on expert data. The proposed methodology can be used for the purpose of planning and evaluation time resources on concrete topics of the discipline.

Automated training systems, the course in the academic discipline, probable transitions, the learning time, labour input

УДК 004.932.2

Н. Л. Щеголева
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Модели изображений лиц для решения задач криминалистики

Предложены новые математические модели изображений лиц различных категорий, используемых в криминалистике. Использование моделей позволило решить ряд важных задач: поиск людей по фотороботам (скетчам); поиск людей по поврежденным фотографиям; защита лица участника судебного процесса от узнавания; распознавание лиц с проблемами освещения и новые решения для систем видеонаблюдения; реконструкция изображений «range image» и проблема восстановления 3D-форм лица по черепу; биологический штрих-код лица человека и индексация изображения лица при регистрации людей. Сочетание представленных идей позволяет более эффективно решать практические задачи криминалистики при создании соответствующих программных систем.

Модель изображения лица, скетчи, поиск изображений лиц, изображения лиц с проблемами освещения, range image, штрих-код лица, распознавание лиц

Изображение лица (ИЛ) человека является наиболее доступной из биометрических характеристик, позволяющих выполнять идентификацию людей и наблюдение за ними на расстоянии, не требуя от них какого-либо сотрудничества. Обработка и анализ ИЛ всегда являлись одними из наиболее приоритетных задач для специалистов, работающих в области человекомашинного взаимодействия. Современные темпы развития техники, позволяющие использовать все более мощные математические методы, повышение производительности систем, позволили приступить к решению задач криминалистики, формализация которых ранее была под вопросом. Актуальность данных исследований обусловлена тем,

что совершенствование перспективных специальных средств и техники для спецслужб и правоохранительных органов во многом определяет национальную безопасность и развитие государства.

В данной статье описаны решения задач криминалистики, связанных с исследованием ИЛ:

- Поиск людей по фотороботам (скетчам).
- Защита лица участника судебного процесса от узнавания.
- Поиск людей по поврежденным фотографиям.
- Распознавание лиц с проблемами освещения и новые решения для систем видеонаблюдения.