

УДК 004.853

УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СТРУКТУРИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

¹Минасова Н.С., ¹Тархов С.В., ²Тархова Л.М.

¹ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,
Уфа, e-mail: minasova@mail.ru, tarkhov@inbox.ru;

²ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, e-mail: tarkhova@inbox.ru

В статье рассмотрены модели и методы адаптивного управления контентом учебных дисциплин в электронных информационно-обучающих системах, позволяющие реализовать многовариантные сценарии обучения при изучении графических инженерных дисциплин, а также других дисциплин, читаемых в вузе на технических направлениях подготовки и специальностях, в учебном материале которых содержится большое количество сложных изображений, требующих детального изучения. Описан метод структурирования изображений (чертежей деталей и изделий, схем и структурограмм алгоритмов, рисунков технических объектов и др.) с целью последующей реализации адаптивного управления в системах электронного обучения с использованием многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту. Приведены примеры практической реализации описанных моделей и методов адаптивного управления контентом в системах электронного обучения на основе структурирования изображений и применения многовариантных сценариев.

Ключевые слова: электронное обучение, структурирование изображений, управление обучением, учебный контент, адаптивное управление, сценарии обучения, подготовка специалистов

CONTENT MANAGEMENT SUBJECT MATTER IN THE E-LEARNING SYSTEM BASED ON THE METHOD OF STRUCTURING IMAGES

¹Minasova N.S., ¹Tarkhov S.V., ²Tarkhova L.M.

¹Ufa State Aviation Technical University, Ufa, e-mail: minasova@mail.ru, tarkhov@inbox.ru;

²Bashkir State Agrarian University, Ufa, e-mail: tarkhova@inbox.ru

The article describes the models and methods of adaptive content management disciplines in the electronic information and training systems that would allow the multiple scenarios of training at studying graphic engineering disciplines, as well as other disciplines read in high school in technical training areas and specialties in educational material that contains a large number of complex images that require detailed study. A method for structuring images (drawings of parts and products, schemes and algorithms structurogramms, drawings and other technical facilities) with the following the implementation of adaptive management in e-learning systems using multiple scenarios with free transitions of content is presented. Examples of practical implementation of the described models and methods of adaptive content management in e-learning systems, based on the structuring of images and the use of multiple scenarios are given.

Keywords: e-learning, structuring image, management training, learning content, adaptive management, scenario training, training

В настоящее время создание промышленных изделий, а также разработка программных продуктов и новых технологий немыслимы без применения в процессе их проектирования сложных графических моделей – чертежей деталей и изделий, эскизов, схем и структурограмм алгоритмов, рисунков технических объектов и др. При этом современный уровень развития образовательных технологий предполагает широкое применение интерактивных систем электронного обучения, управление в которых реализуется на базе многовариантных сценариев, предоставляющих обучающимся высокую степень самостоятельности в выборе последовательности изучения учебного материала [1, 2]. При этом технологии управления адаптивным электронным обучением позволяют с высокой степенью эффективности реализовать учебный

процесс при использовании гипертекстового контента, в состав которого включены иллюстративные статические и анимированные графические материалы, неделимые с точки зрения структуры контента [5]. Особенностью изучения инженерных дисциплин («Инженерная графика», «Основы САПР», «Алгоритмизация и программирование» и др.) является наличие в составе контента значительного количества графических моделей объектов (чертежей, схем, технических рисунков, трехмерных моделей), которые при изучении необходимо рассматривать как сложно-структурированные объекты. Это требует разработки новых моделей и методов представления и обработки графического учебного контента, а также механизмов управления обучением, учитывающих структуризацию графических изображений.

**Метод структурирования изображений
графических моделей объектов
и управление переходами
по учебному контенту**

Для реализации управления в системах электронного обучения (СЭО) разработана объектная модель формирования учебного контента [1], основанная на глубокой дефрагментации и структурировании материала учебной дисциплины, а также дескрипторно-иерархическая модель [3]. Учебный контент представлен в объектной модели тремя основными категориями. Первая категория – объекты «нулевого» уровня $O_0 = \{D, I_0, M_0\}$, представленные в виде неделимых семантических единиц учебно-методической информации (УМИ). Их назначение – хранение данных в системе электронного обучения. Они включают: основную информационную часть объекта «нулевого» уровня $D \supset \{g \cup p \cup v \cup a\} \cap H$, позволяющую хранить законченные смысловые фрагменты УМИ (здесь g – текстовая (гипертекстовая) информация; p – статическая графическая информация (изображения); v – анимированная графическая и видеоинформация; a – аудиоданные, а также набор связанных с фрагментом учебно-методической информации контрольно-измерительных материалов H); некоторую дополнительную информацию о содержании объекта «нулевого» уровня I_0 ; методы объекта «нулевого» уровня M_0 . Вторая категория объектов – упорядоченный (скомпанованный) учебно-методический материал (УММ), состоящий из совокупности k объектов n -го уровня

$$O_n = \left\{ \sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\} \right\}.$$

Назначение объектов n -го уровня – операции над данными (структурирование и сборка данных) на основе принадлежащих объектам методов M_n . Третья категория объектов – агрегативные учебные модули (АУМ)

$$O_{\text{УМ}} = \sum_{j=1}^n : \left\{ \sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\}, \{P_{\text{УМ}}\} \right\} -$$

сформированный для изучения обучающимися учебный контент, включающий N уровней объектов и дополненный методами управления контентом. При этом между объектами $O_i = \{D_i, I_i, L_i, P_i\}$ устанавливаются связи $L_i = \{l_j | j \in N\}$. Таким образом, как автономный АУМ (скомпилированный АУМ, содержащий всю необходимую для достижения заданной цели обучения УМИ и процедуры ее обработки), так и сетевой АУМ (АУМ, формируемый непосредствен-

но при интерактивном взаимодействии обучающегося с СЭО с использованием технологии адаптивную сборку УМИ) генерируются как упорядоченный набор объектов $C = \{F\} \rightarrow F = \{O\}$, хранимых в базе данных СЭО $A = \{O_i | i \in N\}$, т.е.

$$\forall F \in C : \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_0\} \rightarrow \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_0\}.$$

В системах электронного обучения при наличии в учебном материале сложных графических изображений (рисунков) и необходимости изучения отдельных структурных компонентов этих изображений процесс управления обучением можно реализовать с помощью одного из двух возможных подходов. В первом случае применяется выделение областей на изображении и их обозначение текстовой надписью или числом. При этом не требуется реализация каких-либо переходов по контенту в СЭО, поскольку под рисунком приводится поясняющий текст. Такой подход к работе с учебным контентом в СЭО является полным аналогом работы обучающегося с «бумажным» учебником и он фактически не дает никаких преимуществ от использования технологий электронного обучения. Во втором случае, который реализуется исключительно в СЭО, могут быть использованы карты разметки графических образов. Они позволяют реализовать управление обучением на основе использования «всплывающих» подсказок, информационных окон и организации переходов по учебному контенту в СЭО с помощью гиперссылок, связанных с выделенными областями на изображении (рис. 1). Как показали проводимые нами исследования, карты разметки графических образов позволяют применить более эффективные технологии управления электронным обучением на основе многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту. Для этого описанный выше объектный подход необходимо модифицировать, не нарушая общую структуру хранимых в СЭО объектов $A = \{O_i | i \in N\}$ и их взаимосвязи $O_i = \{D_i, I_i, L_i, P_i\}$.

Создадим новую подкатегорию объектов – дочерний объект «первого» уровня $O_1^{map} = \{D\{F \cap H\}, I_1, M_1\}$, непосредственно связанный с родительским объектом O_0 и содержащий изображение F , дефрагментированное на K областей (прямоугольных, круглых и полигональных) с использованием технологии карт разметки графических образов [4]. Основная информационная часть дочернего объекта O_1^{map} будет представлена как

$$D^{map} \supset \{F_i | i \in K : \{g_j \cup p_j \cup v_j \cup a_j\} \cap H_j | j \in K\}.$$

При этом многовариантный сценарий управления обучением в интерактивной СЭО реализуется на основе свободных переходов по контенту АУМ (рис. 2).

при известном состоянии обучающей среды $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_L)^m$ и имеющихся ресурсах $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_L)^m$ СЭО, определяемых на каждом шаге выполнения алгоритма



Рис. 1. Переходы по учебному контенту на основе карт разметки

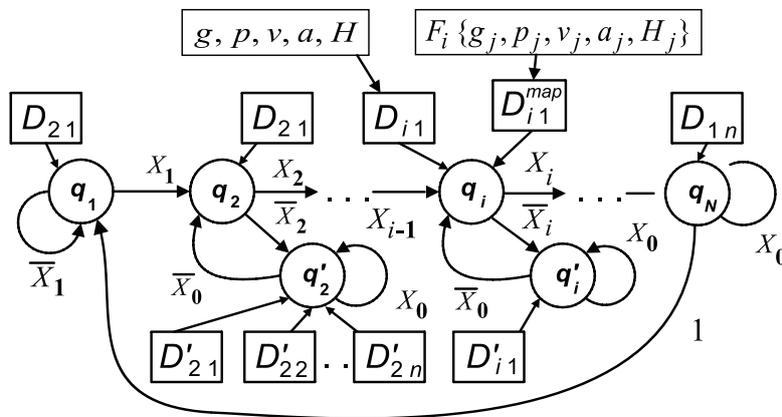


Рис. 2. Граф многовариантных сценариев на основе карт разметки графических образов

В каждый момент времени состояние системы при взаимодействии обучающегося с АУМ представим как $\bar{S} = (Q, X, Z, \delta, \lambda, q)$, где $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m, \dots, q_M\}$ – множество состояний обучающегося; $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N\}$ – множество обучающих воздействий; $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k, \dots, z_K\}$ – множество новых знаний и умений, полученных обучающимся; $\delta: Q \times X \rightarrow Q$ – функция перехода обучающегося в новое состояние при внешнем обучающем воздействии X ; $\lambda: Q \times X \rightarrow Z$ – функция выходов обучающегося как реакция от состояния при внешнем обучающем воздействии X в процессе работы с АУМ; $D_{ij} = \{g_{ij}, p_{ij}, v_{ij}, a_{ij}\}$ – учебный контент, включенный в состав учебных объектов. Показанный на рис. 2 фрагмент графового сценария позволяет реализовать параметрическое управление обучением $\langle X, Y, Z^*, R \rangle \rightarrow U^* \rightarrow Y^*$, направленное на достижение заданной цели обучения $Z^* = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_L)^m$ и перевод объекта управления (обучающегося) в некоторое искомое состояние $Y^* = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_L)^m$ с использованием нечеткого алгоритма управления $U^* = A(X, Y_p, Y_s, Z^*, R)$

управления обучением, в первую очередь набором объектов $C = \{F\} \rightarrow F = \{O\}$ в УММ.

Применение карты разметки графических образов хорошо зарекомендовало себя при реализации методики обучения на примерах, показавшей достаточно высокую эффективность на практике. Многовариантные сценарии предусматривают использование для управления в интерактивных СЭО всплывающих подсказок и окон с поясняющим контентом, который, как было показано выше, может содержать гипертекст g и любые другие объекты (графику p и v , аудио- и видеоданные a). При этом, в случае необходимости, обучающийся может реализовать необходимый с его точки зрения переход из всплывающего окна с поясняющим контентом к связанному с ним гиперссылками УММ – объекту n -го уровня O_n .

Практическое применение предложенного подхода

Рассмотрим практическую реализацию моделей и методов представления учебного контента, позволяющих реализовать много-

вариантные сценарии управления в СЭО при изучении графических инженерных дисциплин, читаемых в вузе на технических направлениях подготовки и специальностях, на примере электронного учебного пособия по инженерной графике, модуль «Нанесение размеров на чертежах» [6]. Учебное пособие реализовано в виде скомпилрованного электронного учебного модуля (ЭУМ), созданного с применением методов и технологий, представленных в работе [2]. Модуль «Нанесение размеров на чертежах» включает в свой состав комплект гипертекстовых электронных УММ, а также программные процедуры управления интерактивным обучением и сборки контента по результатам контроля усвоения материала на основе тестирования, что позволяет реализовать технологии адаптивного обучения. Теоретический материал ЭУМ включает 18 основных разделов: «Размеры. Основные сведения»; «Размерные и выносные линии»; «Способы простановки размеров» и др., в которых содержится иллюстрированное изложение требований ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» (в целом в ЭУМ более 100 графических объектов УМИ).

го обучения» содержит чертежи деталей, структурированные на базе карт разметки графических образов [4], позволяющие с использованием программных средств управления контентом (методов объектов УМИ), реализующих многовариантные сценарии, открывать всплывающие окна с поясняющим материалом и гиперссылками на соответствующие разделы теоретического материала (правила и требования ГОСТ 2.307-68). На рис. 3, иллюстрирующем использование карт разметки графических образов (области на изображении выделены зеленым цветом) при использовании методики обучения на примерах, одновременно показаны всплывающая подсказка «Размерные и выносные линии» и всплывающее окно с поясняющим контентом «Размерные и выносные линии», в котором размещена гиперссылка для перехода к соответствующему разделу теоретического материала. В ЭУМ указанные элементы предоставляются последовательно. В разделе ЭУМ «Средства интерактивного разбора типовых ошибок» приводятся чертежи деталей, на которых показаны типовые ошибки, допускаемые обучающимися в процессе выполнения чертежей.

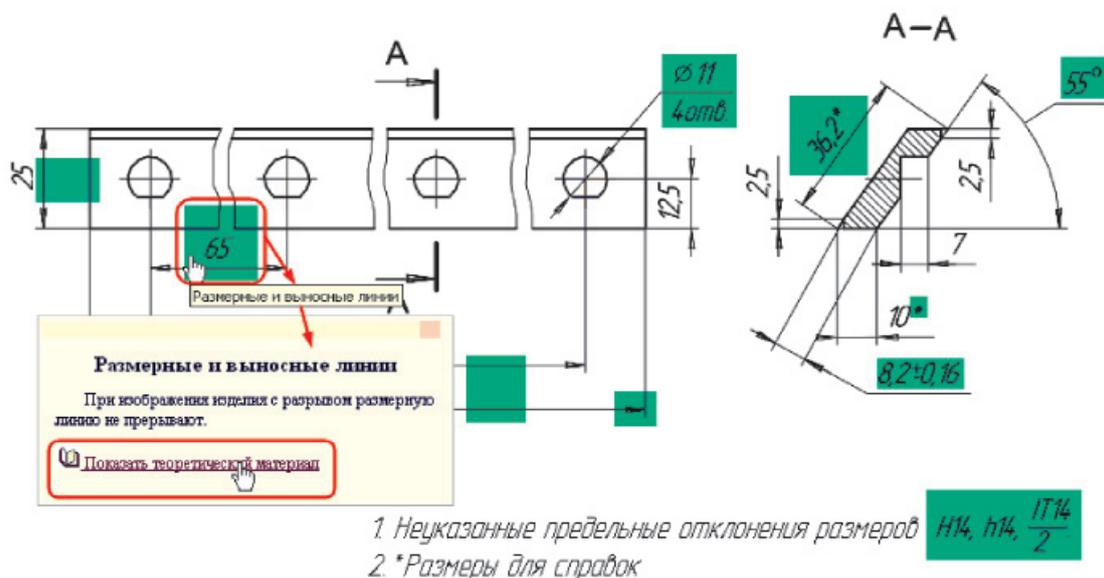


Рис. 3. Использование карт разметки графических образов при изучении учебного материала

В разделе ЭУМ «Литература» содержится аннотированный перечень литературы по теме «Машиностроительное черчение», «Нанесение размеров и предельных отклонений». Особый интерес с точки зрения реализации управления контентом представляют описанные ниже разделы. Так, раздел ЭУМ «Средства интерактивно-

В этом разделе размещены попарно сгруппированные чертежи деталей (рис. 4).

Слева помещен чертеж с показанными на нем типовыми ошибками при простановке размеров (области выделены красным цветом), а справа – чертеж выполненный с соблюдением требований ЕСКД (области выделены зеленым цветом).

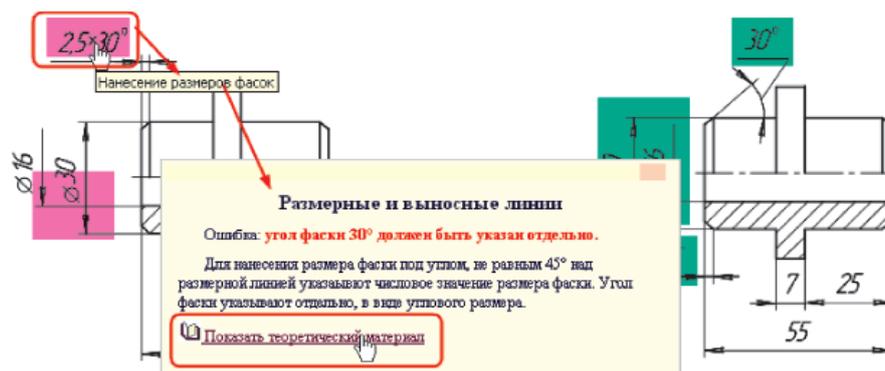


Рис. 4. Использование карт разметки графических образов при разборе типовых ошибок

Раздел ЭУМ «Вопросы и ответы по рассматриваемой теме», построенный по принципу FAQ, содержит более 50 вопросов и ответы на них. Раздел ЭУМ «Интерактивные тесты» позволяет проконтролировать степень усвоения учебного материала с использованием тестовых заданий закрытого и открытого типов. В режиме «Тестирование с обучением» обучающемуся предоставляется возможность воспользоваться помощью и подсказками, а также посмотреть теоретический материал. В этом случае после прохождения теста обучающемуся предоставляется детальный разбор результатов и собирается (компилируется) не усвоенный им теоретический материал для дальнейшего изучения.

Заключение

Для обеспечения возможности детального изучения компонентов графических моделей сложных изделий и процессов в системах электронного обучения разработан модифицированный метод объектного хранения учебно-методической информации, основанный на структурировании изображений с использованием карт разметки. Разработанный метод позволяет реализовать адаптивное управление в системах электронного обучения с использованием многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту. Применение описанного метода при изучении графических инженерных дисциплин показало его высокую эффективность – качество усвоения учебного материала при самостоятельной работе обучающихся повысилось в среднем на 20–25%.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-07-02393.

Список литературы

1. Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Применение мультиагентных систем электронного обучения в гетерогенных информационно-образовательных средах. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 271 с.
2. Минасова Н.С. Модели и алгоритмы программных инструментальных средств генерации и функционирования автономных интерактивных учебных модулей // Системы управления и информационные технологии. – М./Воронеж: Научная книга, 2006. – № 2.1(24). – С. 161–164.

3. Минасова Н.С. Организация информационного контента в системе управления персоналом // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12985> (дата обращения: 12.05.2015).

4. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Использование карт разметки графических образов для управления учебным контентом // Информационные технологии моделирования и управления. Воронеж: Научная книга, – 2006. – № 3 (28). – С. 301–306.

5. Тархов С.В. Адаптивное электронное обучение и оценка его эффективности // Открытое образование. – 2005. – № 5. – С. 37–48.

6. Тархов С.В., Тархова Л.М. Нанесение размеров на чертежах деталей. Электронное учебное пособие по инженерной графике // Свидетельство об официальной регистрации в объединенном фонде электронных ресурсов «Наука и образование». № 17068 от 10.05.2011.

References

1. Kabalnov J.S., Minasov Sh.M., Tarhov S.V. Primenenie multiagentnyh sistem jelektronnogo obucheniya v geterogennyh informacionno-obrazovatelnyh sredah. M.: Izd-vo MAI, 2007. 271 p.
2. Minasova N.S. Modeli i algoritmy programnyh instrumentalnyh sredstv generacii i funkcionirovaniya avtonomnyh interaktivnyh uchebnyh modulej // Sistemy upravleniya i informacionnye tehnologii. Moskva-Voronezh: Nauchnaja kniga, 2006. no. 2.1(24). pp. 161–164.
3. Minasova N.S. Organizacija informacionnogo kontenta v sisteme upravleniya personalom // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. 2014. no. 2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12985> (data obrashheniya: 12.05.2015).
4. Minasova N.S., Tarhov S.V., Tarhova L.M. Ispolzovanie kart razmetki graficheskikh obrazov dlja upravleniya uchebnym kontentom // Informacionnye tehnologii modelirovaniya i upravleniya. Voronezh: Nauchnaja kniga, 2006. no. 3 (28). pp. 301–306.
5. Tarhov S.V. Adaptivnoe jelektronnoe obuchenie i ocenka ego jeffektivnosti // Otkrytoe obrazovanie. 2005. no. 5. pp. 37–48.
6. Tarhov S.V., Tarhova L.M. Nanesenie razmerov na chertezhah detalej. Jelektronnoe uchebnoe posobie po inzhenernoj grafike // Svidetelstvo ob oficialnoj registracii v ob#edinennom fonde jelektronnyh resursov «Nauka i obrazovanie». no. 17068 ot 10.05.2011 g.

Рецензенты:

Месропян А.В., д.т.н., доцент, начальник управления научно-исследовательских работ, Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа;

Аипов Р.С., д.т.н., профессор, зав. кафедрой электрических машин и электрооборудования, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа.