

Е.Н. Рогановская,

(Могилевский государственный университет им. А.А.Кулешова,
Республика Беларусь)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА: МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ И ПРОФИЛЯ ОБУЧАЕМОГО

В работе рассматриваются вопросы построения электронного учебника с использованием модели и профиля обучаемого.

Ключевые слова: модель пользователя (обучаемого), индивидуальная, стереотипная и интегративная интерфейсные адаптации, динамическая интерфейсная адаптация, профиль обучаемого.

Методики организации интерфейсной адаптации

Под моделью пользователя понимают представление о пользователе, которое формируется системой либо на основании заранее собранной информации, либо в ходе наблюдений за его взаимодействием с программным приложением. Формирование модели обучаемого осуществляется на основе непрерывного учета истории его обучения. Выделяются два основных направления в разработке адаптивных систем – построение программных приложений, которые предоставляют обучаемому возможность настройки интерфейса (adaptable systems) и системы, которые производят эту настройку автоматически (adaptive systems). Традиционно выделяют три методики организации процесса интерфейсной адаптации: индивидуальную, стереотипную и интегративную [1].

Говорят, что адаптивный интерфейс поддерживает индивидуальную интерфейсную адаптацию, если каждому обучаемому ставится в соответствие своя, отличная от других (за редким исключением) модель обучаемого. Индивидуальная методика организации процесса интерфейсной адаптации основывается на том, что все учащиеся гетерогенны, т. е. им свойственны различные характеристики, которые невозможно предусмотреть заранее, или этих характеристик слишком много, а потому нельзя провести

четкую классификацию пользователей [1]. Если вычислительной системой анализируется принадлежность каждого реального обучаемого к определенной допустимой модели, то говорят, что ее адаптивный интерфейс спроектирован на основе стереотипной методики или что данная система поддерживает стереотипную интерфейсную адаптацию. В данной методике за основу принимается утверждение, что учащиеся могут быть рассмотрены как гомогенные системы. Причем если в случае индивидуальной адаптации модель обучаемого может изменяться в процессе эксплуатации системы, то здесь она строго фиксирована. Используя стереотипную методику довольно сложно, в частности, организовать полноценную адаптацию к поведению обучаемого во время эксплуатации вычислительной системы [2, с. 177–193]. Разработчики адаптивных интерфейсов, придерживающиеся стереотипной методики интерфейсной адаптации, обычно создают несколько моделей, каждую для своего типа обучаемых. Так, например, в [3, с. 36–39] выделяется три модели: «модель новичка», «модель продвинутого пользователя» и «модель знатока».

Что касается индивидуальной адаптации, то здесь нет строго фиксированных моделей и заранее неизвестно, какая именно модель будет сформирована для конкретного обучаемого. Так, в [4, с. 177–193] под моделью понимается совокупность отдаваемых пользователем предпочтений, а также список персональных команд, подлежащих генерации. При запуске такого рода команды должна активизироваться некоторая согласованная последовательность системных операций, часто используемая данным конкретным обучаемым и сформированная в результате «слежения» за его поведением. Важнейшее отличие индивидуального и стереотипного видов интерфейсной адаптации заключается в том, что в случае индивидуальной методики для каждой сгенерированной модели обучаемого формируется свой персонифицированный диалог на основании правил предметной области. В то время как при стереотипной адаптации возможен вариант, когда в соответствии с заданной классификацией разработчик заранее проектирует свой особый интерфейс для каждого класса системных пользователей.

В традиционных методиках основное различие индивидуальной и стереотипной методик организации интерфейсной адаптации сводилось к различию между моделями обучаемых, наращиваемой в первом случае и строго фиксированной во втором. Это объясняется в первую очередь тем, что под моделью обучаемого понималось некоторое количество реальных качеств, присущих обучаемому, использующему адаптивную диалоговую

систему. Центральным становится вопрос о количестве возможных профилей. Индивидуальная адаптация позволяет сформировать неограниченное число профилей, особенно если в состав модели обучаемого входит такая характеристика, как набор привычек и предпочтений, сложившихся у обучаемого в ходе эксплуатации системы. Число генерируемых профилей при стереотипной адаптации строго фиксировано и задается вместе с моделью обучаемого на начальной стадии проектирования адаптивного интерфейса.

Возможна также интегративная методика, сочетающая в себе индивидуальную и стереотипную методики.

По времени осуществления адаптации можно выделить системы, производящие интерфейсную адаптацию для каждого конкретного обучаемого один раз – при первом сеансе взаимодействия с ним, и системы, в которых адаптация пользовательского интерфейса реализуется на основании данных, получаемых в ходе каждого сеанса работы. В современных компьютерных приложениях наиболее часто используется адаптация, осуществляемая один раз – при первом сеансе работы, причем обычно пользователь выполняет ее сам. Для образовательной технологии такая адаптация, пожалуй, меньше всего подходит. Перспективным является проектирование программ с динамической интерфейсной адаптацией, осуществляющейся автоматически. Взаимодействие с обучаемым осуществляется на основании данных, полученных как в ходе первоначального тестирования, так и в ходе анализа каждого сеанса работы. Один из недостатков работ по созданию адаптивных интерфейсов состоит в том, что они не всегда предоставляют возможность всесторонней поддержки адаптации пользовательских интерфейсов в плане разработки средств высокого уровня. Можно отметить также, что не учитывается весь диапазон составных частей адаптации для основных разрабатываемых элементов, таких, как выбор устройств ввода/вывода, методов взаимодействия, различных типов обратной связи, методов доступа, навигации и т. д.

Перспективные адаптивные системы

Из технологий более далекого будущего можно назвать адаптацию на основании биометрических характеристик. Эта технология возникла в конце 90-х гг. XX в. и на данный момент только начинает разрабатываться. Для управления компьютером используется выражение лица человека, направление его взгляда, размер зрачка и другие признаки. Для идентифи-

кации пользователя используется рисунок радужной оболочки его глаз, отпечатки пальцев и другая уникальная информация. Изображения считываются с цифровой видеокамеры, а затем с помощью специальных программ распознавания образов из этого изображения выделяются команды. Начинает свое развитие направление, получившее название технология «чутких компьютеров». Первое крупное совещание по проблеме человеческих и искусственных эмоций состоялось в Вене (1999 г.). Концепция создания чутких компьютеров основана на том, что машина фиксирует характер и изменения в настроении пользователя и адекватно на них реагирует. При оценке настроения партнера важной является проблема фрустрации (user frustration) – реакция компьютера как на короткие эмоциональные всплески, так и на долговременное негативное состояние. Для оценки настроения партнера, а также для уточнения его психического типа рекомендуется использовать опыт исследования влияния психоэмоционального состояния человека на специальные приборные системы со специальными датчиками. Например, в лаборатории PEAR Принстонского университета установлено, что «почерк» операторов, участвовавших в тысячах экспериментов, сохраняется и не изменяется при переходе даже на новые типы датчиков, фиксировавших работу сознания. Этот факт подтверждает, что машина фиксирует психоэмоциональный тип и характер человека. Еще одна новая область исследований – адаптация интерфейсов на основании анализа речи пользователя. Развитие мультимедийных технологий, исследование в области распознавания и анализа речи, создание анализаторов речи – все это способствует дальнейшему интенсивному развитию данного подхода. Разработка анализаторов речи позволит выявить новые характеристики, которые существенно могут повысить уровень интерфейсной адаптации. Все вышеописанные технологии скорее являются методами получения новых характеристик обучаемого, которые будут в дальнейшем расширять набор параметров модели обучаемого. Таким образом, основным направлением в развитии адаптивных интерфейсов является построение программных систем с автоматической динамической адаптацией с учетом модели обучаемого.

Понятие профиля обучаемого

При формировании модели обучаемого, как правило, используют те его характеристики, которые оказывают наибольшее влияние на характер интерактивного взаимодействия, а также на результативность работы

систему. Центральным становится вопрос о количестве возможных профилей. Индивидуальная адаптация позволяет сформировать неограниченное число профилей, особенно если в состав модели обучаемого входит такая характеристика, как набор привычек и предпочтений, сложившихся у обучаемого в ходе эксплуатации системы. Число генерируемых профилей при стереотипной адаптации строго фиксировано и задается вместе с моделью обучаемого на начальной стадии проектирования адаптивного интерфейса.

Возможна также интегративная методика, сочетающая в себе индивидуальную и стереотипную методики.

По времени осуществления адаптации можно выделить системы, производящие интерфейсную адаптацию для каждого конкретного обучаемого один раз – при первом сеансе взаимодействия с ним, и системы, в которых адаптация пользовательского интерфейса реализуется на основании данных, получаемых в ходе каждого сеанса работы. В современных компьютерных приложениях наиболее часто используется адаптация, осуществляемая один раз – при первом сеансе работы, причем обычно пользователь выполняет ее сам. Для образовательной технологии такая адаптация, пожалуй, меньше всего подходит. Перспективным является проектирование программ с динамической интерфейсной адаптацией, осуществляющейся автоматически. Взаимодействие с обучаемым осуществляется на основании данных, полученных как в ходе первоначального тестирования, так и в ходе анализа каждого сеанса работы. Один из недостатков работ по созданию адаптивных интерфейсов состоит в том, что они не всегда предоставляют возможность всесторонней поддержки адаптации пользовательских интерфейсов в плане разработки средств высокого уровня. Можно отметить также, что не учитывается весь диапазон составных частей адаптации для основных разрабатываемых элементов, таких, как выбор устройств ввода/вывода, методов взаимодействия, различных типов обратной связи, методов доступа, навигации и т. д.

Перспективные адаптивные системы

Из технологий более далекого будущего можно назвать адаптацию на основании биометрических характеристик. Эта технология возникла в конце 90-х гг. XX в. и на данный момент только начинает разрабатываться. Для управления компьютером используется выражение лица человека, направление его взгляда, размер зрачка и другие признаки. Для идентифи-

с системой. Наличие различных диапазонов базовых значений одного и того же фактора позволяет адаптивной системе моделировать различные портреты обучаемых. Понятие профиля обучаемого (пользовательского профиля) понимается некоторыми авторами как синоним традиционной модели обучаемого. Если переформулировать определение пользовательского профиля [6, с. 199–214] с учетом принятой концепции модели обучаемого, то придем к следующему определению. Под профилем обучаемого понимается представление об обучаемом, состоящее из реальных значений факторов его модели, интерпретированных с точки зрения введенной градации. Это представление может формироваться как в ходе предварительного тестирования, так и непосредственно в процессе эксплуатации адаптивной диалоговой системы. Градация может носить эталонный или числовой характер. Общее количество профилей определяется числом возможных комбинаций реальных значений характеристик, учтенных в данной модели. Чем больше характеристик представлено в модели, тем больше количество «заложенных» в ней профилей, тем меньше вероятность того, что разные ученики будут иметь один и тот же профиль. Формирование профиля обучаемого, безусловно, является ключевым моментом идентификации пользователя ЭУ. Профиль генерируется в процессе обработки ответов пользователя, полученных в ходе тестирования. Формирование профиля обучаемого осуществляется путем соответствующей интерпретации эталонного и числового профиля. Эталонный профиль фиксирует содержательные признаки (какие задачи решает ученик, какой сложности, какого уровня знаний). Числовой профиль – такой профиль обучаемого, где в качестве реальных значений факторов выступают соответствующим образом рассчитанные числовые величины.

Уровни и этапы разработки интерфейсной адаптации

Развиваемый в данной работе подход к проектированию и разработке интерфейсов обучающих систем основан на идее адаптации с использованием модели обучаемого. Спроектированные на базе данного подхода системы поддерживают так называемый user-centered интерфейс обучаемого, способный изменять свою структуру непосредственно в ходе человеко-машинного взаимодействия. В отличие от усредненного интерфейсного проектирования, в данном случае изменение параметров интерфейса осуществляется автоматически в результате анализа личных характеристик обучаемого. Выделим два уровня адаптации интерфейсов с помощью мо-

дели обучаемого. Первый уровень предусматривает формирование общей (дескриптивной) модели каждого обучаемого и разработку на ее основании общего индивидуального интерфейса. Второй уровень предусматривает адаптацию общего индивидуального интерфейса на основании профиля обучаемого (конкретизации параметров модели обучаемого), которые могут изменяться: внимание обучаемого, навыки работы и т. п.

Этапы процесса разработки интерфейсной адаптации [7]:

- определение направлений интерфейсной адаптации (функциональное, интерактивное, сервисное, оформительское);
- выделение адаптируемых интерфейсных параметров, которые будут видоизменяться в процессе адаптации (с помощью обобщенной модели индивидуальной диалоговой структуры);
- формирование модели индивидуальной диалоговой структуры; выделение основных характеристик обучаемого, влияющих на наибольшее количество интерфейсных параметров в составе сформированной модели индивидуальной диалоговой структуры; определение видов интерфейсной адаптации (стереотипный, индивидуальный или интегративный);
- формирование базы знаний генерации текущей диалоговой структуры на основе конкретного пользовательского профиля;
- осуществление подбора материалов тестирования, разработка интеллектуальной компоненты тестирования обучаемого, адаптивной системы, обеспечивающей автоматическую настройку диалогового интерфейса.

Важность и ответственность проблематики проектирования человеко-машинных интерфейсов в современной computer science неоспоримы. В обучающих системах этот вопрос еще более актуален. От характеристик интерфейса (его оформления, структуры, функциональных особенностей, уровня предоставляемой обучаемому помощи) зависит не только эффективность взаимодействия системы с обучаемым, но и эффективность самого процесса обучения.

Суммируем основные рекомендации. При разработке интерфейсов обучающих систем требуется применение гибкого адаптивного подхода на основании модели и профиля обучаемого. Модель обучаемого формируется с максимальным учетом особенностей системы и технологии обучения (ее назначения, потенциального круга пользователей и т. д.) и предполагает внесение изменений (включение/исключение отдельных характеристик), а также расширение или уменьшение числа адаптивных параметров интерфейса. Профиль обучаемого включает в себя различные параметры, характеризующие процесс взаимодействия обучаемого с системой (число

ошибок, число обращений к помощи и т. д.), а также демографические, психологические, психофизиологические и другие характеристики, оказывающие большое воздействие на процесс человеко-машинного взаимодействия. Интерфейсная адаптация должна носить автоматический характер, не требовать значительных временных затрат, начальная ее часть должна протекать при первых сеансах работы обучаемого с системой.

Проведенное исследование позволяет выделить следующие направления и этапы разработки модели и профиля обучаемого:

- дескриптивное описание модели обучаемого. Характеристика дескриптивных показателей модели обучаемого в соответствии с образовательным стандартом: выделение предметно-содержательных линий, описание показателей уровней предъявления и обязательной подготовки;
- разработка эталонного профиля обучаемого. По каждой содержательной линии разрабатывается представительная выборка задачного материала. С помощью задач-эталонов осуществляется задание уровней предъявления и обязательной подготовки – эталонных показателей профиля обучаемого;
- разработка числового профиля обучаемого. Количественными признаками профиля являются число обращений обучаемого к теоретическому материалу, количество решенных задач, соотношение задач различного уровня сложности. А также принадлежность обучаемого к определенному уровню обучения, учебные достижения, выражаемые в определенной системе оценки знаний.

Принципиальной особенностью предлагаемой методики является введение категории «эталонный профиль обучаемого», являющейся промежуточной и связующей по отношению к категориям «дескриптивная модель обучаемого» и «числовой профиль обучаемого». Эти три категории в своей совокупности призваны полнее отразить индивидуальные особенности обучаемого.

Методика разработки дескриптивной модели обучаемого

Остановимся на методических аспектах организации адаптивного обучения с использованием модели обучаемого. Требования к знаниям обучаемых (на уровне описания) фиксируются в образовательном стандарте и программе по учебному курсу. В образовательном стандарте выделяются два уровня требований к образовательной подготовке обучаемых: уровень предъявления (более высокий уровень); уровень обязательной подготовки

(минимальный уровень). Эти требования могут стать исходной посылкой в разработке дескриптивных показателей модели обучаемого. Выделим следующие этапы этой разработки.

1-й этап. В соответствии с образовательным стандартом в разработке дескриптивных показателей модели обучаемого выделим два вида показателей: показатели уровня предъявления и показатели уровня обязательной образовательной подготовки.

2-й этап. Разработку дескриптивных показателей модели обучаемого целесообразно связать со сквозными содержательными линиями учебного курса. Это позволяет выделить прежде всего наиболее общие универсальные показатели.

3-й этап. К показателям уровня предъявления относим наличие систематизированных знаний, углубленного представления о теоретическом построении изучаемого учебного курса, о методах обоснования, а также наличие навыков решения учебных задач, в том числе задач повышенной сложности. К показателям уровня обязательной подготовки относим умение (навык) правильного использования научных терминов; формулирования определений понятий; обоснования основных фактов; решения учебных задач, не относящихся к уровню повышенной сложности.

Методика разработки эталонного профиля обучаемого

Существенным показателем модели и профиля обучаемого является уровень сложности решаемых задач. Выделим следующие этапы формирования данного показателя.

1-й этап. В нашем исследовании этот показатель задается с помощью наборов задач, являющихся эталонами определенного уровня сложности. На первом этапе необходимо определиться с количеством уровней сложности задач. В учебнике задачи целесообразно распределять по уровням сложности. Задачи первого уровня – на непосредственное применение знаний, на применение их в наиболее типичных ситуациях. Задачи второго уровня – на применение знаний в знакомой ситуации. Задачи третьего уровня – повышенной сложности, задачи на применение знаний в новой ситуации, требующие при их решении комплексного применения различных знаний. Задачи первого и второго уровней относятся к обязательным требованиям, задачи третьего уровня – к уровню предъявления.

2-й этап. Как и при разработке дескриптивных показателей, на этом этапе выделяются сквозные содержательные линии учебного курса.

3-й этап. По каждой содержательной линии разрабатывается представительная выборка из задачного материала. С помощью этих задач можно достаточно точно определиться с выбором задач для обязательного рассмотрения, для индивидуальной работы, что крайне важно при наличии избыточной системы задач.

Разработка числового профиля обучаемого

Нами предлагаются следующие три типа профиля обучаемого, спроектированные на основании стереотипной методики интерфейсной адаптации. Количественными признаками профиля являются число обращений обучаемого к теоретическому материалу, количество решенных задач, соотношение задач различного уровня сложности.

Профиль 1-го типа. Обращения обучаемого к текущему и ранее пройденному теоретическому материалу совершаются нерегулярно, число обращений минимально (1–2 раза к одному элементу учебного материала), решаются задачи первого уровня сложности, не более 50% задач второго уровня сложности и единичные задачи третьего уровня сложности.

Профиль 2-го типа. Обращения обучаемого к текущему и ранее пройденному теоретическому материалу совершаются регулярно по мере необходимости, решаются задачи первого и второго уровней сложности и не более 50% задач третьего уровня сложности.

Профиль 3-го типа. Обращения обучаемого к текущему и ранее пройденному теоретическому материалу совершаются регулярно по мере необходимости, решаются задачи первого и второго уровней сложности и более 50% задач третьего уровня сложности.

Значения величин, задаваемые неравенствами, могут варьироваться. Поэтому тип профиля задает различные конкретные профили пользователя.

Стратегическая и реальная траектории обучения обучаемого

Траектория может формироваться на стратегическом и тактическом уровнях [8]. С учетом модели обучаемого определяется одна из трех возможных стратегических траекторий обучения.

Траектория I. Предлагается базовый уровень обучения. Траектория проходит через уровни: почти базовый, базовый, выше базового.

Траектория II. Предлагается повышенный уровень обучения. Траектория проходит через уровни: выше базового, почти повышенный, повышенный, выше повышенного.

Траектория III. Предлагается углубленный уровень обучения. Траектория проходит через уровни: выше повышенного, почти углубленный, углубленный, выше углубленного, уровень гарантированного (устойчивого) углубленного обучения.

Стратегические траектории I–III могут реализовываться различными тактическими траекториями в зависимости от применения конкретной технологии обучения, организации дидактических циклов, соотношения вспомогательных уровней обучения. Например, возможно, что технология обучения предусматривает опережающее изучение теоретического материала в полном объеме, затем осуществляется переход к решению задач. Соответствующим образом будет построена тактическая траектория. Так как формирование модели обучаемого ведется непрерывно, то не исключено, что при улучшении результатов обучения ему будет рекомендоваться перейти на более высокий уровень обучения. Стратегическая и реальная траектории обучения могут быть представлены обучаемому в визуальной графической форме, что поможет ему наглядно сопоставить прогнозируемые результаты обучения с достигнутыми.

В учебнике должна быть заложена и определенная избыточность (дополнительный теоретический материал, избыточная система задач). Это необходимо в целях создания оптимальных условий для дифференциации и индивидуализации обучения. И преподаватель, и обучаемый должны знать, что решение всех задач из учебника каждым обучаемым совсем необязательно. Однако всем необходимо ориентироваться в том, освоено ли только минимум, или освоено больше и насколько больше. Это необходимо учитывать и при разработке ЭУ: для построения модели обучаемого, определения траектории его обучения и объективной оценки знаний. Соответствующие рекомендации уместны в методическом пособии.

Нелинейная подача материала делает возможным многослойное, многоуровневое распределение учебного материала, при котором на верхнем уровне находится наиболее существенная базовая информация, а доступ к более глубокому уровню представления информации производится по запросу пользователя. Обучаемый имеет возможность в определенной степени перемещаться по собственной индивидуальной траектории обучения, повторить ее целиком или частично. Кроме того, ЭУ может задать дидактически оправданную последовательность и степень детализации из-

ложения материала, с учетом степени подготовленности обучаемого и вида учебной деятельности. Отметим, что обучаемый сам может участвовать в формировании своей траектории обучения. Траектория складывается из отдельных звеньев и микрозвеньев. Например, воспользоваться ли гиперссылкой, напоминающей то или иное определение, безусловно, обучаемый может решить самостоятельно. Такой выбор микрозвена траектории обучения (на тактическом уровне) посилен каждому обучаемому.

Литература

1. Mayhew D.J. Principles and Guidelines in Software User Interface Design. Prentice Hall inc., A Simon and Schuster company, New-Jersey, 1992.
2. North M., North S. Personal Counselor: A Hybrid Adaptive User Interface//Proceedings of East-West Int. Conf. on Human-Computer Interaction, EWHCI-93, Vol.2, 1993.
3. Beaumont I. User Modeling in Hypertext and Interactivness in the Tutoring System Anatom-Tutor//Proc. Of East-West Conf. On Computer Technologies in Education. EW-ED-94, part 2, 1994.
4. North M., North S. Personal Counselor: A Hybrid Adaptive User Interface//Proceedings of East-West Int. Conf. on Human-Computer Interaction, EWHCI-93, Vol.2, 1993.
5. Benyon D. Adaptive System: A solution to Usability problem. User modeling and user-adapted interaction. Vol.3, № 1, 1993.
6. Rich E. Users are Individuals: Individualising User Models//Int. Journal of Man-Machine Studies, vol.18, 1983.
7. Голенков В.В., Тарасов В.Б., Елисеева О.Е., Гулякина Н.А. и др. Интеллектуальные обучающие системы и виртуальные учебные организации: Монография / Под ред. В.В.Голенкова и В.Б.Тарасова. Минск: БГУИР, 2001.
8. Рогановская Е.Н. Электронный школьный учебник: Теория и практика создания (на примере курса математики). В 2 ч. Ч. 1. Методология и технология конструирования: Монография. Могилев: МГУ им. А.А.Кулешова, 2005; Ч. 2. Методика конструирования: Монография. Могилев: МГУ им. А.А.Кулешова, 2006.