

## МОДЕЛИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АДАПТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ НАВИГАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Игорь Шубин, Владимир Чернов, Владимир Гриценко, Ирина Кириченко

**Abstract:** *The various questions of creation of integrated development environment for computer training systems are considered in the given paper. The information technologies that can be used for creation of the integrated development environment are described. The different didactic aspects of realization of such systems are analyzed. The ways to improve the efficiency and quality of learning process with computer training systems for distance education are pointed*

**Keywords:** *Distance Learning, Learning Course Model, Computer-Based Training System, Hypermedia, Web-Based Design.*

---

### Введение

---

В настоящее время обучение через Интернет является актуальной областью исследований и разработок. Польза от такого подхода в обучении очевидна: независимость расположения обучаемых и независимость от платформы. Приложение, установленное и поддерживаемое в одном месте, может использоваться тысячами обучаемых по всему миру, имеющих компьютер с любым видом подключения к Сети. Тысячи Web-курсов и других обучающих приложений стали доступны в последнее время.

Проблема заключается в том, что большинство из них являются ничем иным, как сетью статичных гипертекстовых страниц. Перспективной целью является разработка передовых образовательных приложений, основанных на Web, которые смогут предложить нечто значительное в плане интерактивности и адаптивности.

В последнее время адаптивные гипермедиа-системы становятся все более и более популярными в дистанционном обучении, предоставляя средства доступа к информации, управляемые пользователем. Адаптивные гипермедиа-системы сводят воедино идеи гипермедиа-систем и интеллектуальных обучающих систем и делают возможным персонализированный доступ к информации. Рассматриваются вопросы поддержки дистанционного обучения, особое внимание уделяется анализу методов и средств адаптивной гипермедиа, используемых современными адаптивными обучающими Web-системами.

Адаптация исключительно важна для образования с использованием глобальной сети, по меньшей мере, по двум основным причинам. Во-первых, большинство Web-приложений используются множеством таких различных пользователей, что не предполагалось при разработке локальных приложений и следовательно, Web-приложения, спроектированные для специфического класса пользователей, не будут подходить другим пользователям. Во-вторых, во многих случаях пользователь работает один на один с Web-наставником или курсом [Bondarenko et al, 2008].

Таким образом, целью исследования является разработка методов и моделей построения систем адаптивной гипермедиа, основанной на упрощенном формате навигационных правил перемещения обучаемых по учебному материалу. Навигационные правила являются функциями алгебры конечных предикатов и предикатных операций, позволяющей описывать произвольные модели искусственного

---

интеллекта. Формат правил также является объектом разработки и должен позволять разработчикам описывать навигационные правила для их применения в автоматизированных обучающих системах. Кроме того, необходимо разработать инструментальное средство для проведения экспериментов с разработанными навигационными правилами с целью адаптации учебных материалов для студентов. В данном случае система адаптивной гипермедиа является адаптивным воздействием для предоставления учебной информации на основе знаний пользователя.

Главным отличием разрабатываемых математических моделей от аналогичных является то, что аналогичные системы, основанные на применении навигационных правил, не предоставляют разработчикам ни средств, ни функций, которые могут уменьшить сроки и трудоемкость составления правил.

Таким образом, в данной статье разработаны следующие компоненты адаптивной обучающей системы: модель процесса обучения, модель обучаемого, описание основной цели обучения, алгоритм обучения, разработан набор навигационных правил.

---

### **Обучающие гипермедийные адаптивные системы**

---

В другом контексте, обучающие адаптивные системы в Web лишь одна из существующих разновидностей адаптивных систем. WWW показывает, что может являться хорошей платформой для разработки и тестирования различных адаптивных приложений. С одной стороны, это перспективно: системы в Web действительно нуждаются в адаптации, так как они работают с более значительно отличающимися пользователями, чем более ранние системы, предназначенные для установки непосредственно на машину пользователя. С другой стороны, Web дает комплексным адаптивным системам прекрасный шанс дотянуться до многих реальных пользователей. Пользователи Web также могут помочь разрешить проблемы оценивания, так как все данные о взаимодействии пользователей с адаптивной Web-системой могут быть записаны на централизованном сервере и использованы для обстоятельного анализа.

Системы адаптивной гипермедиа применяют различные виды моделей пользователя для адаптации контента автоматизированной обучающей системы (АОС) и ссылок внутри него под уровень знаний и интересы пользователя. Образование всегда было одной из главных областей применения адаптивной гипермедиа. Большинство адаптивных систем гипермедиа используют методы, которые позволяют разработчикам описывать навигационные правила перемещения обучаемых по контенту АОС [Shubin et al, 2011].

---

### **Методы построения интеллектуальной адаптивной поддержки обучения**

---

Адаптивная поддержка (АП) совместной работы использует знания системы о различных пользователях (храняемых в моделях пользователя) для формирования сбалансированной группы для совместной работы. Технология адаптивной поддержки навигации помогает обучаемому в ориентации и навигации в гиперпространстве, изменяя появление видимых ссылок. В отдельных случаях система может адаптивно сортировать, аннотировать или частично прятать ссылки на текущей странице для облегчения выбора пользователем следующей ссылки. Адаптивная поддержка навигации (АПН) может рассматриваться как дополнение к адаптивному планированию в контексте гипермедиа. Она участвует в решении той же задачи – помочь обучаемому найти оптимальный путь в обучающем материале. В тоже время адаптивная поддержка навигации направляет обучаемого менее настойчиво, по сравнению с традиционным адаптивным планированием: она направляет обучаемого косвенным образом, разрешая выбрать следующий фрагмент заданий для изучения или следующую задачу для решения. Существует

---

несколько известных способов адаптации гиперссылок. Тремя наиболее популярными путями, используемыми в Сети, являются прямое руководство, применение адаптивной отметки ссылок и адаптивное сокращение ссылок.

---

### Разработка моделей адаптации в схемах обучения

---

Введем понятие «Схема обучения», как результат генерации специфического пути прохождения учебной дисциплины для обучаемого, которая включена в обучающую последовательность курса. В конце последовательности, взаимодействие пользователя оценивается тестированием на приобретенные знания. Согласно результатам теста, пользователь может переходить к следующему разделу обучающих материалов или проходить тот же курс, если необходимо модифицировать профиль обучаемого, учитывая пересданные материалы.

Проход от обучающего курса к другому не выполняется в произвольном или автоматическом виде, а согласно точным навигационным правилам. Эти навигационные правила необходимы для точного описания переходов в форме обучающей сети прохождения. Фактически, прохождение курса основано на наборе переходов между другими обучающими последовательностями курса, в развитии пути, пока последняя последовательность курса не будет достигнута. Сеть прохождения отображает зависимость учебных курсов, т.е. каждый учебный курс, может быть зависим от одного или нескольких учебных процессов. Это подразумевает, чтобы начать обучение по курсу, нужно обладать знаниями по зависимым к нему предыдущим курсам. Обучающая сеть прохождения представляет все навигационные правила, интерпретирующие различные обучающие последовательности для достижения образовательной цели. Второй этап предназначен для проверки теоретических знаний обучаемого. С этой целью используется один из тестов. Если у обучаемого есть ошибки, ему необходимо возвратиться и снова пройти теоретический курс. В общих чертах, в течение первых и вторых этапов, адаптация гипермедийной обучающей системы ориентирована на обучаемого и поддерживается выбором важных учебных материалов и тестов.

В течение третьего этапа, обучаемый решает проблемы по предмету под адаптивным управлением. В каждой мере изучения этого этапа, согласно результатам решения проблемы, принимается решение по:

- 1) продолжению изучения (обучаемому дано курс на требуемые ему знания);
- 2) успешное достижение цели (цель изучения достигнута);
- 3) окончание этапа (обучаемый направляется на изучение новой теории).

Необходимо должным образом подчеркивать и описывать все о путях этих компонентов и порядок компонентов, которые важны для обучаемого: обучаемый курс материалов, тест или внутренний путь, динамически отформатированные результаты решения проблем [Святкин, 2012].

Методы адаптации делятся на два вида: адаптацию содержания (контента) и адаптацию связей.

Адаптация содержания приспособливает контент узла к характеристикам обучаемого. Адаптация связи приспособливает связи узла (гиперссылки на другие узлы). В данном случае более подходящей будет адаптация связей, потому что нам необходимо направлять обучаемых через гиперпространство, образованное контентом АОС.

Адаптация связей делится на четыре типа согласно тому, как приспособливаются связи: «прямое руководство» предполагает объяснение к связи, за которой пользователь должен следовать или создание кнопки для направления пользователя; «адаптивный заказ» основан на определении степени пригодности каждой связи для пользователя; «технология адаптивного сокращения ссылок» сужает доступное гиперпространство, скрывая неадекватные обучаемому связи; «адаптивная аннотация» – предполагает

художественные дополнительные оформления, такие как изображения и цвета связей. Метод сокрытия связей не показывает связей, не адекватных текущим характеристикам обучаемого. Хотя это вынуждает пользователя следовать за навигационными путями созданными разработчиком АОС, сужая его свободу перемещения по контенту, данный метод позволяет разработчику направить его по наиболее оптимальному пути.

Для разработки интеллектуальных АОС предлагаемой архитектуры авторы выбрали для использования модель, хранящую как долгосрочную так и краткосрочную информацию об обучаемом. Для того чтобы модель обучаемого была более простой упростим формат навигационного правила. В качестве параметра обучаемого будем использовать интересы и уровень знаний пользователя. Это необходимо для моделирования стратегии обучения в течение продолжительного времени.

Также будем использовать историю взаимодействия обучаемого с АОС, которая будет представлять собой последовательность классов узлов просмотренных обучаемых, чтобы моделировать краткосрочную информацию о нем. Каждому узлу сопоставлен алфавитный символ, характеризующий его класс (алфавитное наименование класса). Понятие класса необходимо для формализации и описания, навигационных правил, и для логического вывода на них. Класс используется как компонент для представления пользовательской модели и навигационных правил.

Классы узла определяются по следующим критериям:

- 1) показывает ли система содержание для определенного вида пользователя;
- 2) предлагает ли узел пользователям объяснение, задает вопрос, предлагает выполнить тестовое задание или делает что-то еще в образовательной цели дидактического плана;
- 3) к каким из категорий контента АОС принадлежит узел (в случаях, когда информация содержания узла может принадлежать более чем одной категории).

История взаимодействия обучаемого с АОС представляется как последовательность классов узлов, которые он посетил и множество информации с которых он просмотрел [Шубин и др, 2012].

Навигационный метод основан на системе решения, которая управляет связями узлов и решает, какие узлы, которые основаны на навигационном правиле и могут быть связаны с текущим узлом, скрывать. Представляется целесообразным реализовать следующие четыре вида навигационных правил:

- 1) правила пути узла;
- 2) общие правила пути;
- 3) пользовательские правила узла;
- 4) общие пользовательские правила.

Навигационное правило, которое использует набор параметров обучаемого из его модели, назовем правилом пути и навигационное правило, которое использует пользовательские параметры, назовем пользовательским правилом. Навигационное правило может также быть разделено на два типа: правило узла и общее правило. Правило узла определено и применяется только для определенного узла. Общее правило – для того чтобы описать наиболее часто встречающиеся навигационные пути в гиперпространстве и часто используемые сегментации диапазона параметров обучаемого.

В навигационном правиле разработчик АОС описывает связи, которые должны быть показаны в соответствии с идентификатором узла или в соответствии с классом узла, который является целью связи. Система скрывает все связи, на которые не ссылаются в навигационном правиле.

Навигационные правила генерации стратегии обучения  $S$ , для адаптивной модели обучения  $M_2$  :

1. общее навигационное правило:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

2. навигационное правило узла:

$$M_1(P_{11} \wedge P_{1h} \wedge \dots \wedge P_{m1} \wedge P_{mh}) \rightarrow S(D_1 \wedge \dots \wedge D_n);$$

3. общее навигационное правило пользователя:

$$e_1 \# S(M_1, M_e) \# e_2 \rightarrow M_2(P_1 \wedge \dots \wedge P_n);$$

4. локальное навигационное правило пользователя:

$$e_1 \# S(M_{1i}, M_{ei}) \# e_2 \rightarrow S_2(D_1 \wedge \dots \wedge D_n),$$

где:  $p_i$  – дидактический предикат множества;  $D$  – идентификатор узла, информация которого будет показана обучаемому в рамках генерации стратегии обучения;  $h$  – число историй, которые были задействованы в модели обучаемого  $M_i$ ;  $m$  – число образов пути;  $n$  – число идентификаторов узлов, которые будут показаны обучаемому согласно модели  $M_e$ ;  $S(M_{1i}, M_{ei})$  – параметр степени толерантности на  $i$ -м шаге;  $e$  – граница степени толерантности (от 0 до 1);  $\#$  – операция, которая представляется одним из следующих логических операторов: '<', '<=' или '='.

С левой стороны формулы у первом и втором правила специфицирован образец истории пути  $M_1$ , который представляет собой результат работы пользователя в дидактическом пространстве  $M$  ИНАГС. Навигационное правило означает, что система показывает обучаемому связи, идентификатор узла или класс которых указан в его правой части, если история пути обучаемого соответствует одному из образцов историй, которые записаны в его левой части. Пользовательское навигационное правило означает, что система показывает связи, идентификатор узла или класс которых указан в его правой части, если параметр коэффициента толерантности знаний, указанный в левой части, находится в пределах заданного диапазона. Если у узла есть несколько навигационных правил, система показывает все связи, которые подтверждаются любым навигационным правилом. Это означает, что если, по крайней мере, одно правило из нескольких правил одобряет показ определенной связи, система показывает связь независимо от других навигационных правил.

Пример навигации с использованием правил пути и пользовательских правил. Классы определены следующим образом:  $A$  – узлы с вопросом (тестовым заданием);  $C$  – узлы, которые содержащие информацию для правильного ответа обучаемого;  $C$  – узлы с информацией для неправильного ответа обучаемого;  $D$  – узлы с объяснением для студентов с высоким уровнем знаний;  $E$  – узлы с объяснением для студентов с низким уровнем знаний. Навигационное правило определено для дидактического предиката  $P_i$  узла  $B5$ . Данное правило применяется только в этом узле. Правило  $A \wedge C \wedge A \rightarrow D7$  означает, что, когда обучаемый будет «заходить» в узел  $B5$  и история пути пользователя –  $A \wedge C \wedge A$ , система показывает связь к узлу  $D7$  и скрывает связь к узлу  $E8$ . Поскольку класс  $B2$  означает, что обучаемый ответил правильно, а классы  $C1, C3$  – неправильно, история взаимодействия пользователя с ИНАГС показывает, что обучаемый отвечал на вопросы в узле  $A0$  неправильно, а в узле  $A4$  – правильно. Правило  $A \wedge B \wedge A \rightarrow E8$  определяет связи таким образом, что если обучаемый ответил верно на вопросы в узлах  $A0$  и  $A4$ , то система показывает только связь до узла  $E8$ . Таким образом, система изменяет стратегию  $S$  процесса обучения в соответствии с текущими результатами учебной деятельности пользователя.

## Выводы

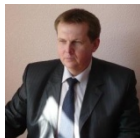
Предложен подход к разработке интеллектуальных обучающих систем на основе методов адаптивной гипермедиа. В качестве математического аппарата описания выбрана алгебра конечных предикатов и

предикатных операций. Предложенный подход снижает трудоемкость разработки обучающих систем за счет автоматического управления ходом учебного процесса посредством навигационных правил. Кроме того, предложены модели, реализация которых приводит к уменьшению количества ошибок в описании навигационных правил, для которых был разработан специальный формат, что делает их более простыми для восприятия. Созданная на основе предложенного подхода интеллектуальная обучающая система управляет маршрутом движения обучаемого по своему контенту с помощью технологии сокрытия связей для оптимизации учебного процесса. Также разработано инструментальное средство проверки наличия ошибок в созданных навигационных правилах с целью дальнейшего сокращения их количества. Предложенные подходы и алгоритмы могут быть использованы в любых системах адаптивной гипермедиа, которые управляют перемещением пользователя по гиперпространству.

## Bibliography

- [Bondarenko et al, 2008] M. Bondarenko, N. Bilous, I. Shubin. The Ukrainian e-Learning Region: In Proceedings of 10-th International LLinE Conference New Partnerships and Lifelong Learning, Helsinki, Finland, 2008.
- [Shubin et al, 2011] I. Shubin, T. Gorbach, A. Scherbak, Y. Svyatkin The technique of adaptive interactive lectures for the «Multimedia Systems» course // Сборник научных трудов по материалам 13-й Междунар. конф. «Образование и виртуальность ВИРТ-2011», Харьков - Ялта, Украина - 2011.
- [Святкин, 2012] Я.В. Святкин Модель обучения с применением навигационных правил генерации и динамической модификации стратегий обучения в базисе алгебры конечных предикатов// «Вестник НТУ ХПИ» Национальный технический университет «ХПИ», Харьков, Украина, 2012
- [Шубин и др, 2012], I.Ю. Шубін, Я.В. Святкин Методы и модели построения интеллектуальных адаптивных гипермедиа систем/ // Восточно-европейский Журнал передовых технологий 3/11(57), Харьков, 2012

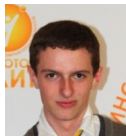
## Authors' Information



**Igor Shubin** – Professor of Software Department,  
Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave. ,bl. 14, Kharkov, 61166, Ukraine;  
e-mail: [shubin@kture.kharkov.ua](mailto:shubin@kture.kharkov.ua)



**Irina Kyrychenko** – Researcher; Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave. ,bl. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine;  
e-mail: [ikyrychenko@mail.ru](mailto:ikyrychenko@mail.ru)



**Vladimir Gritsenko** – Student; Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave. ,bl. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine;  
e-mail: [27bebecap@gmail.com](mailto:27bebecap@gmail.com)



**Vladimir Chernov** – Researcher; Kharkov National University of Radioelectronics, Lenin ave. ,bl. 14, Kharkiv, 61166, Ukraine;  
e-mail: [shubin@kture.kharkov.ua](mailto:shubin@kture.kharkov.ua)