

## Адаптация к Стилям Обучения в Системе Общего Назначения

### АНА! (Adaptive Hypermedia Architecture!)

Н. Сташ<sup>1</sup>, Р. De Bra<sup>2</sup>, А. Cristea<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Технологический Университет г. Ейндховена, Нидерланды  
{nstash, debra}@win.tue.nl

<sup>2</sup> University of Warwick, United Kingdom  
acristea@dcs.warwick.ac.uk

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена адаптивная гипермедиа система (АГС) АНА! (Adaptive Hypermedia Architecture), служащая для создания и предоставления адаптивных web-приложений. Традиционно, АГС ориентированы на конкретные прикладные области (системы специального назначения), и, таким образом, их применение в других областях затруднительно. Однако в контексте данной работы мы исследовали возможность создания АГС, служащей для применения в различных областях, или системы общего назначения. Первоначально АНА! была типичной системой специального назначения, а именно АГС для предоставления адаптивных курсов обучения. Позднее система была расширена рядом характеристик, которые позволили называть АНА! системой общего назначения. Как одно из подтверждений этого факта в данной статье мы также рассматриваем возможность адаптации к различным стилям обучения (или предпочитаемым подходам к обучению) в адаптивных приложениях, созданных при помощи АНА!.

#### Введение

Разработка адаптивных гипермедиа систем была начата в 1990-х годах в целях решения проблем, возникающих при использовании традиционных статических гипермедиа приложений, таких как:

навигация по богатой структуре ссылок – пользователь может легко в ней потеряться в поисках специфической информации;

предоставление одной и той же информации каждому пользователю без учета индивидуальных интересов и предпочтений.

АГС хранят информацию о пользователе в так называемой модели пользователя и на ее основе позволяют адаптацию структуры связей и предоставления содержания. Это означает, что ссылки могут быть проаннотированы (например, при помощи различных цветов), отмечая рекомендуемый пользователю маршрут, а также фрагменты информации на странице могут быть включены/исключены или представлены по-разному – наиболее подходящим образом для каждого индивидуального пользователя. Различные аспекты пользователей могут быть приняты в рассмотрение для обеспечения адаптации, например знание темы, интерес в определенных темах, предпочтения и т.д..

Традиционно, АГС разрабатываются для определенных прикладных областей – системы специального назначения – например, обучающие системы, виртуальные музеи, информационно-поисковые системы и т.д. В (Stash, 2007) мы рассматривали возможность создания системы, служащей для применения в различных областях, или системы общего назначения. Следует отметить разницу между терминами система общего и система любого назначения. Невозможно обеспечить систему, которую каждый мог бы использовать для любой желаемой цели, поскольку не представляется возможным предусмотреть все ожидания создателей приложений для определения адаптивного поведения, различных типов стратегий и отношений между концепциями, которые они захотели бы применить. Таким образом, в данной работе мы говорим о системе общего назначения, которая может служить для множества различных, однако не всех возможных назначений. В (Stash, 2007) на основе модели АНАМ Adaptive Hypermedia Architecture (Wu, 2002) и общего обзора АГС мы выделили ряд требований, которым должна удовлетворять подобная система. На примере системы АНА! мы продемонстрировали возможность создания системы общего назначения, однако это сложный и трудоемкий процесс. В настоящее время мы не знаем аналогов подобного рода систем.

Для того чтобы показать, что действительно была создана система общего назначения, мы могли бы создать несколько приложений для различных предметных областей. Однако, вместо этого мы решили сосредоточиться на конкретной предметной области – образовательные приложения – и в ней рассмотреть подход к адаптации к стилям обучения. При этом мы стремились обеспечить возможность адаптивного поведения, подобного тому, какое обеспечивается в существующих подходах, а также исследовать способы устранения их ограничений, таких как:

- ✓ большинство систем, обеспечивающих адаптацию к стилям обучения, привязаны к определенным моделям стилей обучения:
- полезависимый и полнезависимый стили Уиткина в системе AES-CS (Triantafillou et al., 2002),

- Felder & Silverman model – CS388 (Carver et al., 1996), Cameleon (Laroussi and M. Benahmed, 1998), Tangow (Carro et al., 1999),
  - Honey & Mumford – INSPIRE (Grigoriadou et al., 2001), APeLS (Canavan, 2004),
  - VARK – ApeLS,
  - Kolb – ApeLS,
  - Dunn & Dunn – iWeaver (Wolf, 2002);
- ✓ представление стилей обучения задается разработчиками системы, а не авторами адаптивных приложений. Таким образом, адаптивное поведение является жестко запрограммированным в системе. Однако разные создатели приложений могут иметь различное представление о том, как должен быть представлен определенный стиль обучения (стратегия), а также могут захотеть применить различные стратегии обучения для различных приложений.

В нашем представлении система должна быть достаточно гибкой в смысле независимости от модели стилей обучения, задания и применения стратегий обучения. Характер общего назначения системы подразумевает, что адаптация к стилям обучения не должна требовать внесения изменений в существующий механизм адаптации АНА!, а должна являться независимым дополнением к системе.

Структура данной статьи выглядит следующим образом. В секции 2 представлен обзор системы АНА!, включая характер общего назначения. В секции 3 рассматриваются возможные стратегии, соответствующие стилям обучения. Секция 4 описывает подход к реализации стилей обучения в АНА!. Секция 5 завершает статью.

## Общий обзор системы АНА!

### АНА!: от системы специального к системе общего назначения

Разработка системы АНА! была начата в технологическом университете города Эйндховена в Нидерландах в 1996 году профессором Полом Де Бра. Первоначально АНА! была типичной системой специального назначения, а именно системой для предоставления адаптивных курсов обучения.

В образовательных приложениях типичными атрибутами концепций предметной области (связанных с определенными темами) являются:

- знание пользователем данных концепций,
- посещена/увидена/прочитана – отражает, посещена ли данная концепция,
- желаемая/рекомендуемая – отражает, готов ли пользователь к изучению данной концепции, например, достаточно ли у него предварительного знания.

Однако в других предметных областях могут присутствовать другие атрибуты, например, интерес в определенной концепции.

Типичными отношениями между концепциями в образовательных приложениях являются распространение знаний и предпосылки. Однако в других приложениях могут существовать другие типы отношений, например, в виртуальном музее иллюстрирует – между картинками и стилями, или создан – между картинками и художниками. В on-line магазине одни товары могут конкурировать с другими или дополнять их.

Традиционно, в образовательных приложениях значение атрибута “знание” может только монотонно возрастать. Однако не учитывается тот факт, что со временем, пользователь может “потерять” (“забыть”) часть знания. Подобным образом, в других типах приложений могут быть необходимы немонотонные изменения значений атрибутов концепций предметной области, например, увеличение интереса в определенных концепциях, соответствующее уменьшению знания в других концепциях.

Подобные ограничения затрудняют применение систем специального назначения в других областях и должны быть устранены в целях разработки системы общего назначения. Данные требования, а также ряд других требований, таких как использование различных способов и технологий адаптации, обобщенные правила адаптации (см. ниже), обработка циклов в правилах адаптации, приемлемое время, затрачиваемое на выполнение адаптации системой, наличие авторских инструментов для задания предметной/адаптационной модели, были подробно рассмотрены в (Stash, 2007).

В процессе развития системы АНА! можно выделить несколько версий системы, которые привели к созданию системы общего назначения АНА! 3.0. В дальнейшем мы рассматриваем данные этапы:

- ✓ АНА! 0.0 – разработка системы была начата с создания on-line курса на предмет гипермедиа, расширенного адаптивным содержанием и ссылками. Правила адаптации и желаемость концепций определялись в страницах приложения. Правила адаптации позволяли задавать только монотонное увеличение знания.

В действительности у этой первоначальной версии не было ни названия, ни номера версии.

- ✓ АНА! 1.0 – является первой официальной версией системы. Правила адаптации и желаемость концепций были отделены от содержания (стали задаваться в специальных файлах). Правила адаптации позволили как увеличение, так и уменьшение значения атрибута “знание”, то есть позволили создание немонотонного поведения.

Несколько исследовательских групп из разных стран изучали и экспериментировали с АНА! 1.0 [Cini and de Lima, 2002; Calvi and Cristea, 2002; Romero et al., 2002].

- ✓ АНА! 2.0. – данная версия была расширена рядом характеристик, описываемых моделью АНАМ и значительно приблизивших ее к системе общего назначения, такими как:

- более гибкая структура модели пользователя, позволяющая множественные концепции и более гибкая структура этих концепций, позволяющая произвольные атрибуты. Это позволило использование различных аспектов пользователя и характеристик концепций предметной области для адаптации.
- правила адаптации типа событие-условие-действие. Данные правила позволили описание немонотонного поведения для различных атрибутов концепций предметной области.
- отношения между концепциями, описываемые при помощи обобщенных правил – правил, применимых к обобщенным концепциям или всем отношениям между концепциями определенного типа. В отличие от обобщенных специфические правила оперируют с конкретными концепциями и значениями их атрибутов. Примером обобщенных концепций являются предок-потомок. Отношения предок-потомок определяются иерархической структурой приложения. Примером обобщенного правила является задание распространения знания на основе отношений предок-потомок – когда “прочитан” потомок, часть полученного знания передается предку.

АНА! 2.0 была разработана параллельно с рядом авторских инструментов для поддержки процесса создания адаптивных приложений. Данная версия была представлена в ряде публикаций [De Bra et al., 2002a,b,c; Stash and De Bra, 2003].

- ✓ АНА! 3.0 – обеспечила новый, более эффективный подход к обработке условного содержания на страницах при помощи условных внешних объектов (ресурсов, файлов) как альтернатива условному включению вариантов фрагментов прямо в страницах приложения, способы стабилизации презентаций, возможности создания различного стиля презентации страниц и усовершенствованные версии авторских инструментов.

АНА! 3.0 была представлена в [De Bra et al., 2003a, 2004b,c, 2006] и изучена в [Primus, 2005].

### Архитектура системы АНА!

АНА! предназначена для авторов (создателей) адаптивных приложений и конечных пользователей, для которых эти приложения создаются. Архитектура системы представлена на рис. 1.:

АНА! представляет из себя адаптивное расширение web-сервера. Механизм адаптации состоит из Java сервлетов, активируемых, когда web-сервер получает HTTP запрос от броузера (обычно, когда пользователь запрашивает страницу). АНА! может осуществлять адаптацию web-страниц, находящихся как на локальных так и на удаленных web-серверах.

Следующие пользователи взаимодействуют с системой:

- Системный администратор – регистрирует авторов, которые хотят создать адаптивные приложения при помощи АНА!. Также он выбирает способ хранения объединенной модели предметной области и модели адаптации и моделей всех пользователей – как XML файлы на сервере или в базе данных MySQL. АНА! может конвертировать данные из XML файлов в MySQL и наоборот.
- Автор – создает структуру приложения, состоящую из концепций и правил адаптации. Автор может создать приложение при помощи одного из авторских инструментов – Concept Editor или Graph Author. Помимо структуры приложения автор также должен подготовить его содержание, обычно состоящее из ряда XHTML страниц. В Form Editor автор может создавать формы, при помощи которых пользователи могут редактировать свою пользовательскую модель.
- Пользователь – конечный пользователь адаптивного приложения.

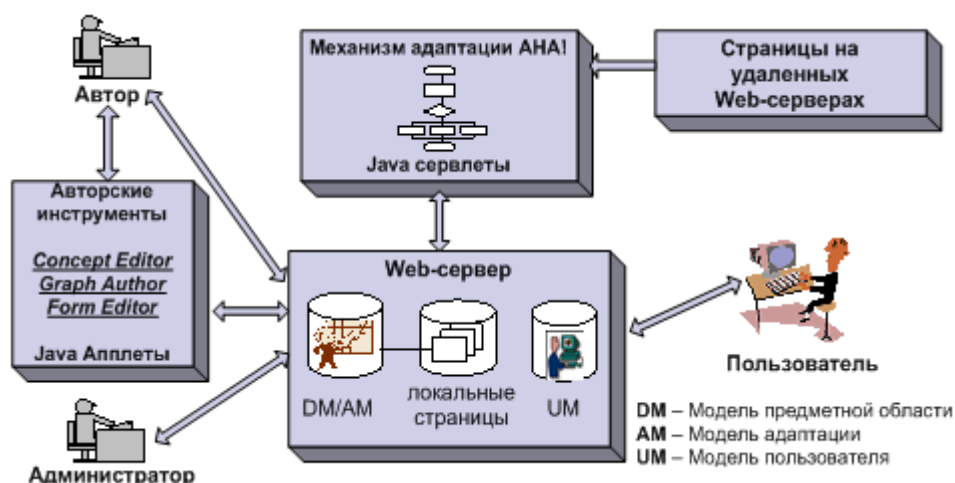


Рис. 1. Архитектура системы АНА!

### Взаимодействие между системой АНА! и пользователем

На рис. 2 представлен процесс генерирования адаптивной страницы для пользователя:



Рис. 2. Генерирование адаптивной страницы для пользователя в системе АНА!

Пользователь может запросить концепцию или страницу из предметной области. Рассмотрим первый случай, когда пользователь запрашивает концепцию.

Каждая концепция в АНА! может иметь несколько связанных с ней ресурсов, или страниц, представляющих эту концепцию при различных условиях – при различных состояниях модели пользователя. С каждой концепцией могут быть ассоциированы правила в виде событие-условие-действие, которые активируются при доступе к данной концепции и как результат обновляют модель пользователя. Представление концепции определяется на основе обновленной модели пользователя.

Таким образом, когда пользователь запрашивает концепцию, в первую очередь инициируются связанные с ней адапционные правила, и затем на основе обновленной модели пользователя выбирается один из связанных с ней ресурсов (страница). Затем, выбранная страница обрабатывается таким же образом, как и непосредственно запрошенная страница:

- статическая информация включается в конечную страницу без изменений;
- условные фрагменты информации на странице показываются/исключаются при определенных условиях; фрагменты также могут включать другие фрагменты;
- исходная страница может содержать условные объекты, представляемые при различных условиях базовыми объектами – фрагментами информации, заданными в отдельных файлах. Условные объекты являются концепциями модели предметной области, таким образом, с ними могут быть ассоциированы правила адаптации. Они могут рекурсивно включать другие условные объекты. Доступ к каждому включенному объекту вызывает обновление модели пользователя.
- условные ссылки транслируются в хорошие, нейтральные и плохие в зависимости от их “желаемости” и статуса – “посещена/не посещена”. По умолчанию в АНА! голубой цвет соответствует хорошим ссылкам – рекомендуемым и еще не посещенным, фиолетовый – нейтральным – рекомендуемым, но уже посещенным и черный – плохим – не рекомендуемым.

Адаптированная страница с условно включенными объектами и/или фрагментами и проаннотированными ссылками посылается браузеру.

В следующей секции мы рассматриваем возможные способы адаптации к стилям обучения.

## Стили и Стратегии Обучения/Наблюдения

В литературе по когнитивной психологии существует большое количество определений термина стили обучения. В контексте данной работы мы используем их определение как предпочитаемых подходов к обучению. На основе анализа литературы по психологии стилей обучения и рекомендаций по поводу их применения в дистанционном обучении в (Stash, 2007) мы определили 3 типа стратегий для стилей обучения - стратегии обучения:

- **Выбор репрезентации концепции.** Одна и та же тема (концепция) может быть представлена различными способами, например, посредством различных мультимедийных средств – аудио, видео, образная, текстовая информация и т.д. В зависимости от стиля обучения определенное представления концепции (или группа представлений) может быть включено(а) в презентацию. Например, обучаемым с предпочтением текстовой информации тема может быть представлена при помощи текста и аудио. В то время как та же самая тема может быть представлена обучаемым с предпочтением образной информации при помощи рисунков, диаграмм, графов и т.д. Процесс выбора может быть применен также к другим типам информации (например, представление

концепции в виде примера, объяснения и т.д.)

- **Порядок представления информации или навигационные маршруты.** Некоторые обучаемые предпочитают изучение предмета выполняя что-то активно. В то время как другие предпочитают вначале собрать и обдумать информацию и только потом приступить к выполнению задания (это соответствует активному и рефлексивному стилю). Таким обучаемым различные способы представления концепции могут быть предложены в различном порядке, например, от действия к теории и, наоборот, от теории к действию. Более того, одни обучаемые предпочитают детальное изучение каждой отдельной темы, прежде чем переходить к последующей (подход “от деталей к целому”); в то время как другие предпочитают увидеть общую картину предметной области прежде, чем переходить к деталям (это соответствует последовательному/аналитическому) и глобальному стилям). Таким обучаемым могут быть представлены соответственно маршрут в глубину или ширину.
- **Обеспечение навигационными инструментами.** Такие навигационные инструменты как концептуальная карта, графический указатель пути могут быть предоставлены полнезависимым обучаемым с целью помощи в организации структуры предметной области.

Помимо стратегий обучения в (Stash, 2007) мы рассматривали так называемые стратегии наблюдения. Данный тип стратегий может быть применен с целью определения предпочтений пользователя во время его взаимодействия с системой. Они не могут полностью заменить существующие психологические анкеты для определения стилей обучения, однако могут быть использованы в качестве упрощенного, ненавязчивого способа выявления предпочтений пользователя, соответствующих стилям обучения, наблюдением за его поведением просмотра. Стратегия наблюдения может определить повторяющиеся тенденции в поведении пользователя, такие как выбор определенного типа информации при наличии различных типов, например, выбор текстовой или образной информации, что может послужить предположением того, что пользователь имеет текстовый или образный стиль соответственно. Стратегии наблюдения могут также проследовать такие навигационные пути как движение в глубину или ширину (по иерархии курса), что может послужить предположением того, что пользователь имеет аналитический или глобальный стиль.

## Реализация стратегий обучения в АНА!

### Адапционный язык для создания стратегий обучения LAG-XLS

На основе классификации стратегий обучения/наблюдения, для возможности задания этих типов стратегий мы определили адапционный язык, названный LAG-XLS, на основе языка разметки XML. Структура данного языка представлена на рис.3., его элементы и описание представлены в таблице 1.

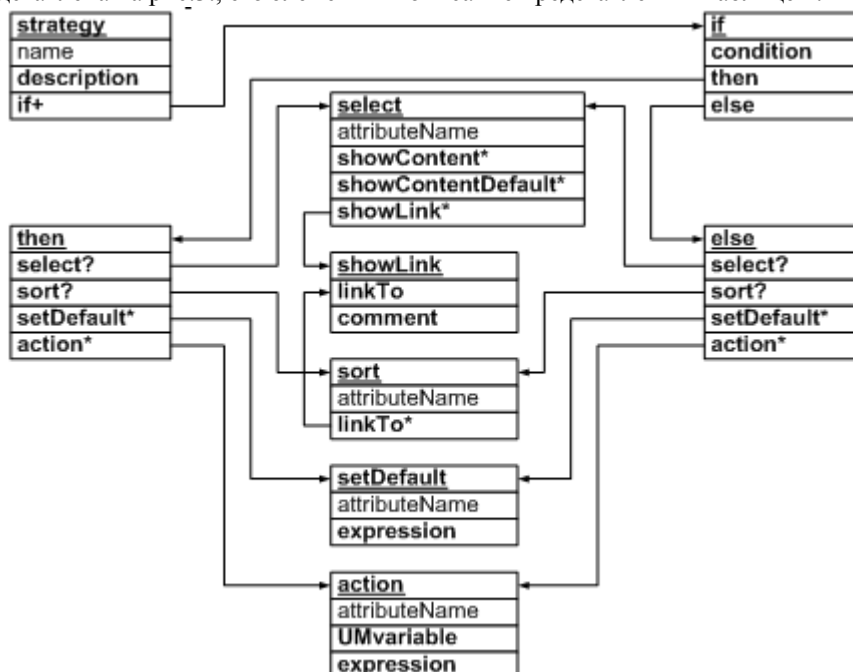


Рис. 3. Элементы и атрибуты языка LAG-XLS

Таблица 1. Элементы и атрибуты стратегий в LAG-XLS

Элементы LAG-XLS	Описание

strategy	Корневой элемент XML файла, содержащего описание стратегии.
description	Описание стратегии, например, соответствующая модель стилей обучения, для которой была создана данная стратегия.
if	Задание правил типа если-условие-то-иначе (if-condition-then-else).
condition	Булево выражение, которое может содержать информацию о пользователе, например, информация о стиле обучения.
then	Элемент, определяющий последовательность действий при выполнении условия.
else	Элемент, определяющий последовательность действий при невыполнении условия.
select	Выбор представления концепции из числа существующих для включения в презентацию; результатом применения данного элемента является адаптация содержания.
sort	Задание различной последовательности представлений концепции, их расположение от наиболее до наименее подходящей для пользователя; результатом использования данного элемента является адаптация ссылок.
setDefault	Установка значений по умолчанию для атрибутов концепций предметной области.
showContent	Показ содержания представления концепции.
showContentDefault	Показ содержания представления концепции по умолчанию, когда стиль пользователя неизвестен или когда не найдено других представлений концепции.
showLink	Ссылка на представление концепции.
linkTo	Тип представления концепции, к которой обеспечена данная ссылка, например "образ" или "текст".
comment	Комментарий к ссылке, которой предлагает следовать система, например, "Данная ссылка содержит больше образной информации".
action	Задание обновления модели пользователя.
UMvariable	Переменная модели пользователя, которая должна быть обновлена.
expression	Для элемента setDefault определяет значение атрибута по умолчанию; для action задает значение, определяющее обновление модели пользователя.
Атрибуты	Описание
Name	Название стратегии.
attributeName	Для элементов select и sort это имя атрибута, на основе которого обеспечивается выбор или сортировка; для setDefault – имя атрибута, для которого устанавливается значение по умолчанию; для action – имя атрибута, доступ к которому вызывает действия, обновляющие модель пользователя.

Каждая стратегия задается в отдельном XML файле и может быть использована в различных приложениях. Мы предопределили стратегии для следующих стилей обучения – активный-рефлексивный (ActivistVersusReflector), текстовый-образный (VerbalizerVersusImager), глобальный-аналитический (GlobalVersusAnalytic), полезависимый-полнезависимый (FDvsFI); стратегии наблюдения предпочтения текстовой-образной информации (TextVersusImagePreference) и движения в глубину-ширину (BFVersusDFPreference). Разработчики приложений могут создавать вариации предопределенных стратегий. В таблице 2 приведены примеры стратегий, определенных при помощи LAG-XLS. Для удобства чтения примеры представлены не в формате XML, а в псевдо-коде.

**Таблица 2. Примеры стратегий, определенных в LAG-XLS**

Стратегия обучения для текстового и образного стиля	Стратегия наблюдения предпочтения текстовой или образной информации
<b>if:</b> personal.VERBvsIM < 30 <b>then:</b> Selection process based on the "media" attribute showContent: image showContentDefault: default showLink: linkTo: text comment:	<b>if:</b> personal.traceTextvsImage && personal.initialVERBvsIM>29 && personal.initialVERBvsIM<71 && concept.media = "text" && concept.visited = 0 && parent.image = 0

<pre> more textual information if: personal.VERBvsIM &gt; 70 then: Selection process based on the "media" attribute       showContent: text       showContentDefault: default       showLink:       linkTo: image       comment: &lt;img src="image.gif" /&gt;               more pictorial information       ... </pre>	<pre> then: User model update based on access to a concept with attribute "media"       personal.VERBvsIM := personal.VERBvsIM+10  if: personal.traceTextvsImage &amp;&amp; personal.initialVERBvsIM&gt;29 &amp;&amp; personal.initialVERBvsIM&lt;71 &amp;&amp; concept.media == "image" &amp;&amp; concept.visited == 0 &amp;&amp; parent.text == 0 then: User model update based on access to a concept with attribute "media"       personal.VERBvsIM := personal.VERBvsIM-10 ... </pre>
--	---

В стратегии обучения для текстового и образного стиля используется переменная `personal.VERBvsIM`. `personal` является концепцией, описывающей характеристики пользователя. Атрибут `VERBvsIM` концепции `personal` был добавлен для описания образного/текстового стиля пользователя. `VERBvsIM` принимает целые значения от 0 до 100. Значения интерпретируются следующим образом: если значение меньше 30, то, наиболее вероятно, пользователь имеет образный стиль, с наибольшей уверенностью в этом при значении 0. Если значение больше 70, наиболее вероятно, пользователь имеет текстовый стиль, с наибольшей уверенностью в этом при значении 100. При значениях от 30 до 70 стиль пользователя неизвестен.

Назначение стратегии состоит в том, что если пользователь имеет образный стиль (см. первое правило стратегии в таблице 2 – `if: personal.VERBvsIM < 30 then:...`), то для каждой концепции, которая может быть представлена несколькими типами медиа, в презентацию включается ее “образное” представление (`showContent: image`). Если образное представление отсутствует, то выбирается представление по умолчанию (`showContentDefault: default`), подготовленное автором приложения. Автор может также обеспечить ссылки к другим репрезентациям концепции, например, к текстовому представлению (`linkTo: text`).

С другой стороны, если пользователь имеет текстовый стиль, в презентацию включается текстовое представление концепции или представление по умолчанию, если не обеспечено текстовое представление. Также предоставляется ссылка к образному представлению.

В стратегии наблюдения предпочтения текстовой или образной информации также используется ряд переменных:

- `personal.traceTextvsImage` – отображает, хочет ли пользователь, чтобы система проследила его предпочтения. Например, пользователь не знает, какой у него стиль обучения и хочет, чтобы система выявила его. В данном случае значение `personal.traceTextvsImage` является `true`, иначе `false`.
- `personal.initialVERBvsIM` – хранит первоначальное значение атрибута `VERBvsIM`. Значение `VERBvsIM` изменяется при взаимодействии с системой, в то время как `initialVERBvsIM` остается постоянным.

В стратегиях также используются обобщенные концепции `parent` и `concept`, связанные отношениями предок-потомок в иерархии концепций. В нашем подходе мы считаем, что представления концепции задаются как ее под-концепции. Названия атрибутов под-концепций и их значения отображают, как они представляют родительскую концепцию. Например, если под-концепция имеет атрибут “медиа” со значением “аудио”, это означает, что она имеет аудио представление концепции (см. рис. 4).

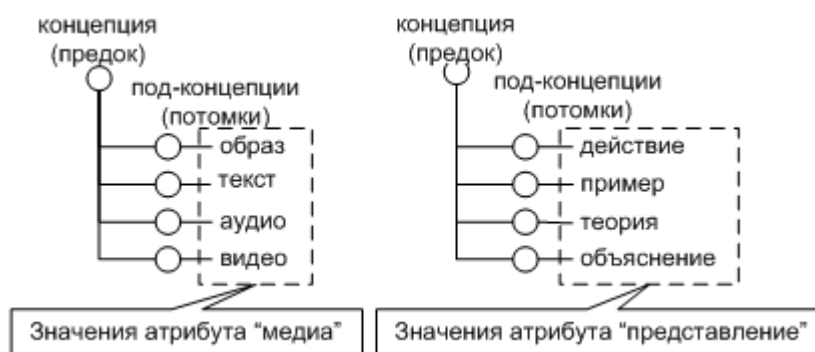


Рис. 4. Задание представления концепции предметной области

Таким образом, последующие переменные, используемые стратегией, имеют следующее значение:

- `concept.media` – отображает представление концепции, имеет строковые значения, например, “образ” или “текст”.
- `concept.visited` – отображает статус посещенности концепции.
- `parent.image/parent.text` – отображают, посетил ли пользователь соответствующие представления концепции. Данные атрибуты имеют целые значения и являются округленным средним арифметическим от статуса посещенности всех под-концепций определенного типа (имеется ввиду, что концепция может иметь не одну, а несколько под-концепций, представляющих ее как образ).

Первое правило стратегии отображает, что когда

- (a) пользователь хочет, чтобы система проследила его предпочтения (`personal.traceTextvsImage`) и
  - (b) его стиль обучения неизвестен (`personal.initialVERBvsIM>29 && personal.initialVERBvsIM<71`) и
  - (c) пользователь осуществляет доступ к тестовому представлению концепции (`concept.media == "text"`),
  - (d) которое не было увидено прежде (`concept.visited == 0`)
  - (e) в то время как образное представление не было увидено (`parent.image == 0`),
- система увеличивает уверенность в том, что пользователь имеет текстовый стиль (`personal.VERBvsIM+10`). Данное правило соответственно уменьшает уверенность в том, что пользователь имеет образный стиль. Значение 10 используемое для увеличения/уменьшения значения атрибута `personal.VERBvsIM` было выбрано для приложения, которое мы использовали в качестве примера. Однако это может быть произвольное значение, задаваемое автором.

Соответственно, как показывает второе правило, повторяющийся доступ к образному представлению увеличивает уверенность системы в том, что пользователь имеет образный стиль (`personal.VERBvsIM-10`).

### Создание адаптивных приложений и применение стилей обучения – рабочее место автора

Разработчик адаптивного приложения обычно создает предметную/адаптационную модель при помощи инструмента Graph Author (рис. 5). Graph Author позволяет создание данной модели в виде графа, узлами которого являются концепции, связанные отношениями. При сохранении данный граф транслируется в адаптационные правила, с которыми работает АНА!. На рис. 5 показана только структура приложения в виде иерархии концепций, а также применение стратегий обучения/наблюдения. Авторы могут использовать стратегии, подготовленные разработчиками системы, или создавать и применять собственные стратегии.

Требованием для создания/редактирования стратегий является использование элементов языка LAG-XLS, рассмотренных ранее. Также концепции модели предметной области должны иметь атрибуты, предусмотренные стратегиями (такие как тип мультимедиа – аудио, видео и т.д. тип представления – пример, теория и т.д.).

Авторы могут выбрать, какие стратегии они хотят применить к определенному приложению и в каком порядке. В случае применения нескольких стратегий становится важен порядок. Стратегии, находящиеся выше в списке имеют приоритет над ниже стоящими. Стратегии могут быть выбраны из списка существующих (“Existing strategies”) и перенесены в список “Порядок применения” (“Order of application”) (см. рис. 5).

После сохранения приложения, созданного в Graph Author конечный пользователь может визуализировать результат примененных стратегий в браузере.

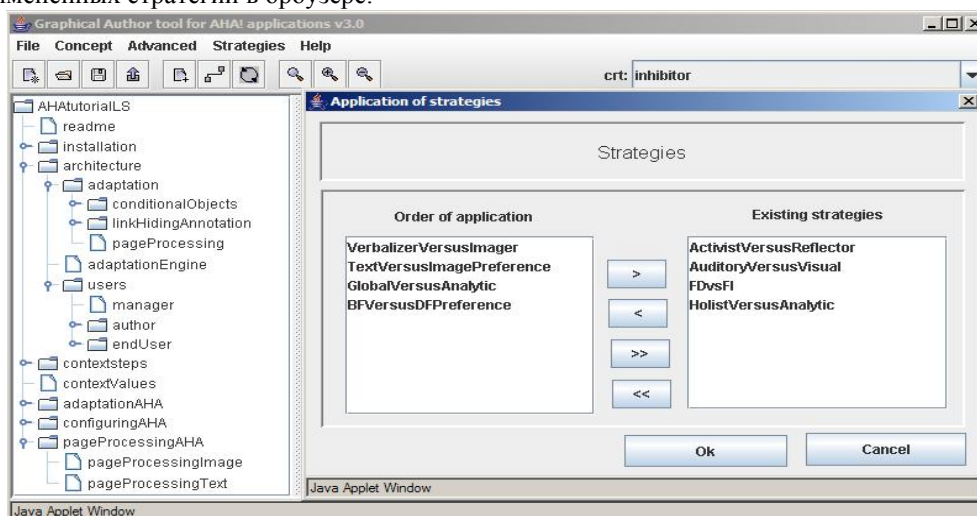


Рис. 5. Graph Author, применение стратегий: автор выбирает стратегии и порядок их применения

### Визуализация стратегий обучения для конечного пользователя

В данной статье мы рассматриваем примеры приложений ANAtutorialLS – руководство (пособие) по работе с АНА! и маленький пример WritingApplets (создание апплетов).

ANAtutorialLS обеспечивает адаптацию к образному/текстовому и глобальному/аналитическому стилям обучения. Приложение также демонстрирует поведение стратегий наблюдения предпочтений текстовой/образной информации и навигации в глубину/ширину. WritingApplets демонстрирует адаптацию к активному/рефлексивному стилям обучения. Предпочтения, соответствующие стилям обучения, могут быть заданы обучаемым через регистрационную форму, предшествующую началу работы с приложением. Ниже приведены примеры из адаптивных курсов.

Рис. 6 представляет пример адаптации для обучаемого с образным и глобальным стилем обучения в ANAtutorialLS.



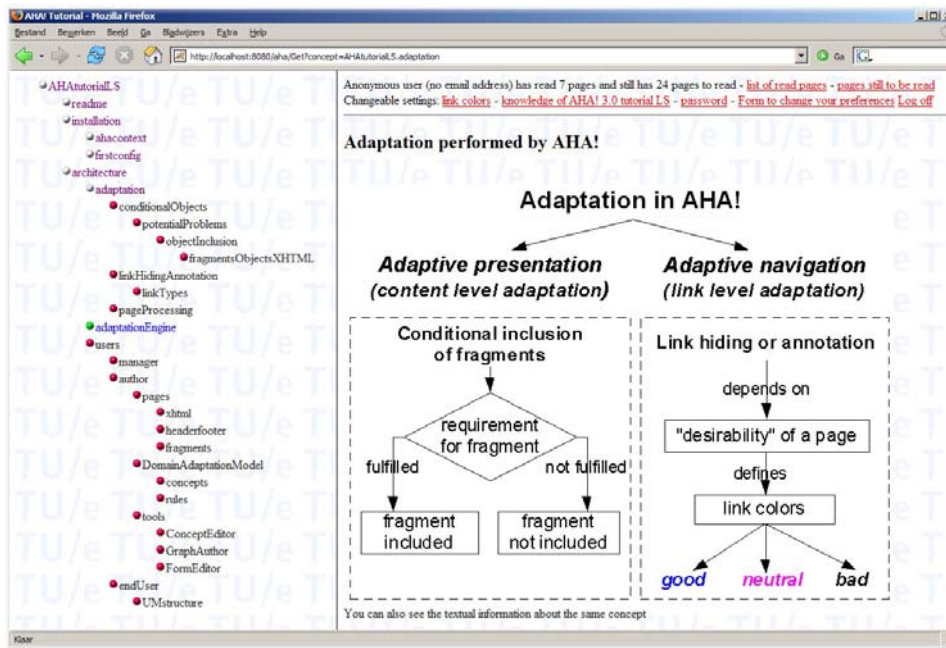


Рис. 6. Презентация ANAtutorialLS для обучающегося с образным и глобальным стилем обучения

На основе предпочтения образной информации тема “Процесс адаптации в АНА!” (“Adaptation performed by АНА!”) представлена в виде рисунка. В левой части показано содержание курса (или иерархия концепций предметной области). Темы проаннотированы различными цветами (рекомендуемые ссылки: голубые с зеленой точкой, nereкомендуемые: черные с красной точкой, рекомендуемые посещенные: фиолетовые с красной точкой) (АНА! позволяет выбрать также другие цвета для аннотации). В данном примере система рекомендует обучаемому концепцию на том же уровне иерархии, что и концепция, изучаемая в настоящий момент, и только после этого концепции низшего уровня (другими словами, система ведет пользователя в ширину). Как можно видеть на рис. 6, после того, как обучаемый прочитал концепцию “adaptation” ссылка к теме “adaptationEngine”, находящейся на том же уровне, становится рекомендуемой.

На рис. 7 показано, как то же самое приложение выглядит для обучающегося с текстовым и аналитическим стилем. Ему концепция “adaptation process in АНА!” представлена в виде текста. Адаптивная аннотация ссылок в содержании курса также выглядит иначе, чем в предыдущем примере. После того, как пользователь прочитал тему “adaptation” система предлагает ему более детальную информацию по той же теме. Другими словами, система ведет пользователя в глубину и ссылка на тему “conditionalObjects” становится рекомендуемой.

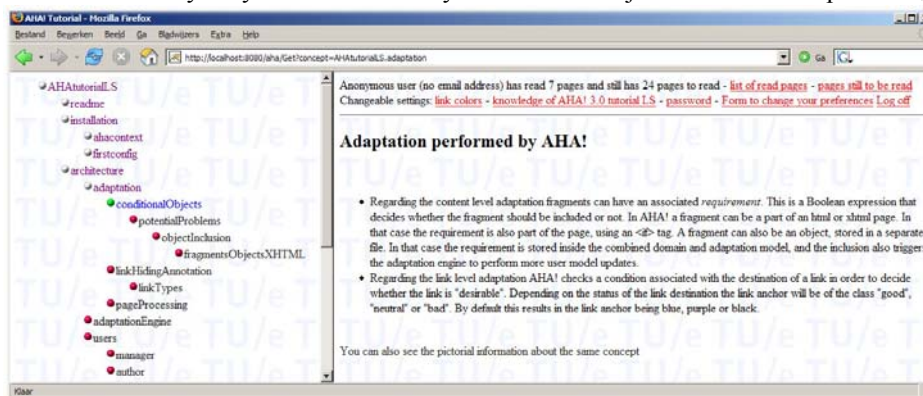


Рис. 7. Презентация ANAtutorialLS для пользователя с текстовым и аналитическим стилем обучения

Если пользователь не выбрал предпочтений через регистрационную форму, система предоставляет все ссылки в левом фрейме как рекомендуемые (вместо ведения пользователя в глубину или ширину система обеспечивает ему полную свободу навигации). Для тем, которые могут быть представлены различно для пользователей с текстовым и образным стилями обучения, система включает представление по умолчанию (например, маленький рисунок и небольшое текстовое описание). Данный случай представлен на рис. 8.

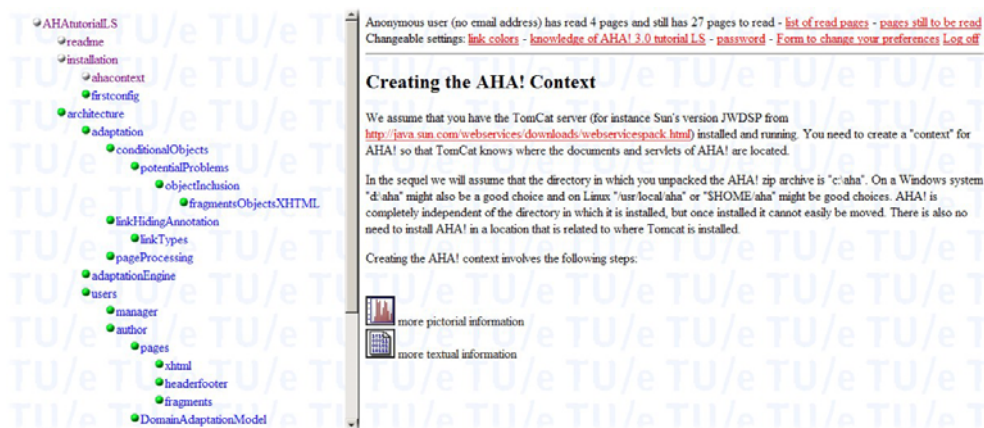


Рис. 8. Презентация ANAtutorialLS для пользователя, не задавшего предпочтения

Пользователь также может выбрать опцию, указывающую системе проследить его предпочтения. В ANAtutorialLS после некоторого числа шагов система может определить предпочтения пользователя к текстовой или образной информации и навигации в глубину и ширину.

АНА! также позволяет пользователю изменение предпочтений через специальные формы. Таким образом, если пользователь не согласен с предположениями системы о его предпочтениях, он может изменить их через эту форму.

В приложении WritingApplets (рис. 9) обучаемому с активным стилем вначале представляется задание, затем пример, объяснение и теория, в то время как для обучаемого с рефлексивным стилем этот порядок другой – сначала показан пример, затем объяснения и теория и только после этого ему дается задание.



Рис. 9. Презентация для пользователя с активным и рефлексивным стилем

## Заключение

В данной статье мы представили АГС общего назначения АНА!, служащую для применения в различных предметных областях. Также мы продемонстрировали подход к адаптации к стилям обучения в АНА!. Он послужил подтверждением характера общего назначения системы, поскольку не потребовал внесения изменений в механизм АНА!. Результаты экспериментов со студентами технологического университета города Эйндховена с АНА!, а также валидации подхода к адаптации к стилям обучения с экспертами в области стилей обучения представлены в (Stash, 2007).

Как одно из дальнейших направлений разработки системы мы рассматриваем (адаптивный) поиск информации в адаптивных приложениях. В настоящее время большинство исследований осуществлено в области адаптивного поиска в неадаптивных приложениях. Также мы хотели бы рассмотреть возможность создания и применения различных типов стратегий, а не только относящихся к стилям обучения.

## Благодарность

Мы хотели бы поблагодарить организацию NLNet за предоставление гранта, проект Minerva и студентов технологического университета города Эйндховена за работу над различными компонентами системы АНА!: D. Smits, B. Rousseau, K. Verheyen, B. de Lange, B. Berden, M. Ansems, T. Santic and E. Ramp.

## Литература

[Calvi L. et al., 2002] Calvi L., Cristea A. Towards Generic Adaptive Systems: Analysis of a Case Study. In Proc. of the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Springer Verlag, LNCS 2347,

pages 77-87, 2002.

- [**Canavan J., 2004**] Canavan J. Personalized E-Learning Through Learning Style Aware Adaptive Systems. Master's thesis, University of Dublin, Ireland, 2004.
- [**Carro R. M. et al., 1999**] Carro R. M., Pulido E., Rodriguez P. Designing Adaptive Web-Based Courses with TANGOW. In Proc. of the 7th International Conference on Computers in Education (ICCE'99), Chiba, Japan, volume 2, pages 697-704, November 1999.
- [**Carver C. A. et al., 1996**] Carver C. A., Howard R. A., Lavelle E. Enhancing Student Learning by Incorporating Learning Styles into Adaptive Hypermedia. In Proc. of ED-MEDIA'96 World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, Boston, USA, pages 118-123, 1996.
- [**Cini A. et al., 2002**] Cini A., Valdeni de Lima J. Adaptivity Conditions Evaluation for the User of Hypermedia Presentations Built with AHA! In Proc. of the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Springer Verlag, LNCS 2347, pages 490-493, 2002.
- [**De Bra P. et al., 2002**] De Bra P., Aerts A., Smits D., Stash N. AHA! Version 2.0, More Adaptation Flexibility for Authors. In Proc. of the AACE Learn'2002 conference, pages 240-246, 2002a.
- [**De Bra P. et al., 2002**] De Bra P., Aerts A., Smits D., Stash N. AHA! The Next Generation. In Proc. of the ACM conference on Hypertext and Hypermedia, 2002b.
- [**De Bra P. et al., 2002**] De Bra P., Aerts A., Smits D., Stash N. AHA! Meets AHAM. In Proc. of the 2nd international conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Springer LNCS 2347, pages 381-384, 2002c.
- [**De Bra P. et al., 2003**] De Bra P., Aerts A., Berden B., De Lange B. Escape from the Tyranny of the Textbook: Adaptive Object Inclusion in AHA! In Proc. of the AACE ELearn 2003 Conference, Phoenix, Arizona, pages 65-71, 2003a.
- [**De Bra P. et al., 2003**] De Bra P., Stash N., De Lange B. AHA! Adding Adaptive Behavior to Websites. In Proc. of the NLUUG conference, Ede, The Netherlands, 2003b.
- [**Grigoriadou M. et al., 2001**] Grigoriadou M., Papanikolaou K., Kornilakis H., Magoulas G. INSPIRE: an Intelligent System for Personalized Instruction in a Remote Environment. In Proc. of 3rd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, Sonthofen, Germany, pages 13-24, 2001.
- [**Laroussi M. et al., 1998**] Laroussi M., Benahmed M. Providing an Adaptive Learning Through the Web Case of CAMELEON: Computer Aided MEdium for LEarning on Networks. In Proc. of CALISCE'98, 4th International conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering, Gäoteborg, Sweden, pages 411-416, 1998.
- [**Romero C. et al., 2002**] Romero C., De Bra P., Ventura S., De Castro C. Using Knowledge Levels with AHA! for Discovering Interesting Relationships. In Proc. of the AACE ELearn'2002 Conference, 2002.
- [**Stash N. et al., 2003**] Stash N., De Bra P. Building Adaptive Presentations with AHA! 2.0. In Proc. of the PEG conference, Saint-Petersburg, Russia, 2003.
- [**Stash N., 2007**] Stash N. Incorporating Cognitive/Learning Styles in a General-Purpose Adaptive Hypermedia System. PhD thesis, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, ISBN 978-90-386-1050-4, 2007.
- [**Triantafillou E. et al., 2002**] Triantafillou E., Pomportsis A., Georgiadou E. AES-CS: Adaptive Educational System Based on Cognitive Styles. In Proc. of the Adaptive Hypermedia (AH2002) Workshop, Malaga, Spain, pages 10-20, 2002.
- [**Wolf C., 2002**] Wolf C. iWeaver: Towards an Interactive Web-Based Adaptive Learning Environment to Address Individual Learning Styles. European Journal of Open and Distance Learning, 2002.
- [**Wu H., 2002**] Wu H. A Reference Architecture for Adaptive Hypermedia Applications. PhD thesis, Eindhoven University of Technology, The Netherlands, ISBN 90-386-0572-2, 2002.