

Открытые электронные коллекции с адаптивным визуальным интерфейсом фасетной навигации

© О.Л. Обухова, М.М. Гершкович, Т.К. Бирюкова, И.В. Соловьев, А.П. Чочиа

Институт проблем информатики РАН
support@intergallery.ru

Аннотация

В статье рассматривается специальный вид электронных коллекций, состоящих из независимых объектов, полностью определяемых своими атрибутами. Для данного вида коллекций авторами разработана формальная модель, в которой каждый элемент коллекции представлен фасетной формулой объекта, структура коллекции хранится в виде фасетной таблицы, процесс навигации состоит из последовательности шагов по построению фасетной формулы запроса, при этом состояние фасетной таблицы динамически отображается на пользовательский интерфейс. Актуальное подмножество фасетной таблицы, отвечающее интересам конкретного пользователя, формируется на основе обработки фасетной формулы запроса пользователя. Разработанная формальная модель положена в основу реализационной модели, в которой визуальный интерфейс адаптируется к актуальному состоянию коллекции и выбранному пользователем сценарию доступа к объектам коллекции.

1 Введение

Электронные коллекции, состоящие из независимых объектов, полностью определяемых набором атрибутов, составляют немалую долю активно эксплуатируемых сетевых ресурсов. Такого рода коллекциями являются коллективно ведущиеся порталы, справочники и энциклопедии, библиотечные фонды, виртуальные музеи, Интернет – магазины. Методы доступа к объектам таких коллекций используют готовые технические решения – иерархическую навигацию и атрибутивный поиск, что часто неэффективно для потребителя. Навигация гарантирует выборку объекта, однако предоставляет жестко

заданный путь, соответствующий одному варианту классификации, а для различных пользователей могут быть удобными разные пути. Атрибутивный поиск позволяет одновременно выбирать несколько признаков классификации, однако, результат его не гарантирован.

Для коллекций, объем которых составляет тысячи объектов, а пользователи существенно различаются по интересам, большинство из применяемых в настоящее время средств доступа неэффективно. Пользователь не всегда точно знает, по каким признакам ему надо выбрать искомый объект. Субъективное мнение поставщиков информации о том, какими признаками наделены объекты, может не совпадать с точкой зрения пользователей об этих же объектах.

Поэтому авторы поставили задачу на уровне визуального интерфейса навигации динамически отображать полную информацию о составе коллекции, при этом каждому пользователю предоставлять с помощью специальных интерфейсных элементов только ту информацию, которая соответствует его кругу интересов, определенному в процессе работы с коллекцией.

Для достижений этой цели был разработан метод динамического построения визуального интерфейса для открытых электронных коллекций

2 Метод динамического построения визуального интерфейса фасетной навигации

2.1 Принцип преемственности

В методе динамического построения визуального интерфейса фасетной навигации на этапе разработки были использованы те же правила, которые лежат в основе как иерархической навигации, так и атрибутивного поиска. Построение иерархической навигационной схемы связано с классификацией объектов коллекции. Дерево навигации представляет собой рубрикатор соответствующей классификации. При удачном разбиении на рубрики минимизируется число шагов для доступа к объектам. Но в реальной жизни количество вариантов, интересных для разных пользователей, весьма велико. Поиск, в том виде, в котором он представлен в большинстве функционирующих коллекций, по сути, реализует

Труды 10-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL'2008, Дубна, Россия, 2008.

принцип фасетной классификации. Фасетная система классификации [1], в отличие от иерархической, позволяет выбирать признаки классификации независимо друг от друга. Признаки классификации называются фасетными признаками (они соответствуют «атрибутам» в терминах информационно-поисковых языков). Фасетный признак вместе с множеством допустимых значений образует фасет.

2.2 Технология адаптивного визуального интерфейса фасетной навигации

Ранее авторами был предложен метод динамической фасетной классификации объектов в открытых электронных коллекциях [2], определяющий структуру хранения данных в виде фасетной таблицы. Каждый объект определяется фасетной формулой объекта, представленной в виде пар: {фасетный признак – его значение для данного объекта}.

Фасетная таблица, содержащая фасетные формулы для всех объектов коллекции, представляет данные для всех возможных вариантов их классификации. Авторами была разработана модель фасетной навигации [3], определяющая навигацию как пошаговый интерактивный процесс построения фасетной формулы запроса. На каждом шаге пользователь уточняет фасетную формулу, выбирая фасет и задавая подмножество его искомым значений. Задача навигационного инструментария – обеспечить, чтобы формируемому запросу соответствовала непустая выборка. Один и тот же пользователь в разных случаях, а, тем более, различные пользователи предпочитают различные траектории выбора фасетов, что соответствует всевозможным вариантам классификационных схем.

В настоящей работе внимание сконцентрировано на технологии адаптивного визуального интерфейса фасетной навигации в открытых электронных коллекциях. Пользователю предоставляется возможность влиять на структуру и состав визуального интерфейса в зависимости от поступающей информации. Динамически появляющаяся информация на каждом шаге доступа к объекту предоставляет пользователю данные, анализ которых позволяет ему сделать свой следующий выбор. Текущее состояние навигационного инструментария отражает актуальное подмножество фасетной таблицы, которое фиксирует набор фасетов и их значений на каждом шаге алгоритма фасетной навигации.

В общем случае, фасетная таблица представляет собой многомерную матрицу, структура которой и значения ячеек являются переменными величинами для открытых электронных коллекций. Задача технологии адаптивного визуального интерфейса заключается в динамическом отображении содержимого фасетной таблицы на пользовательский интерфейс. Актуальное подмножество фасетной таблицы, отвечающее интересам конкретного пользователя, формируется на основе обработки фасетной формулы запроса пользователя.

Для получения ненулевого результата поиска объекта в коллекции визуальный интерфейс должен

предоставлять только актуальные элементы, которые определены двумя факторами:

- состоянием фасетной таблицы;
- предысторией формирования фасетной формулы запроса.

2.3 Формальная модель адаптивной фасетной навигации

Введем определения понятий «Фасетная формула объекта» и «Фасетная формула запроса».

Пусть

$G = \{g_i \mid i = 1, \dots, k\}$ – коллекция информационных объектов, где g_i – информационный объект;

$\Phi(G) = \{\Phi_j(G) \mid j = 1, \dots, l\}$ – множество фасетов на G .

При рассмотрении конкретной коллекции G будем обозначать: $\Phi_j(G) = \Phi_j$.

$\varphi^{\Phi_j} = \{\varphi_{j1}, \dots, \varphi_{jm}\}$ – множество допустимых значений фасета Φ_j .

Каждому объекту g_i в коллекции G ставится в соответствие множество:

$\varphi(g_i) = \{\varphi_j(g_i) \mid j = 1, \dots, l\}$, где $\varphi_j(g_i)$ – значение фасета Φ_j для объекта g_i : $\varphi_j(g_i) \in \{\varphi^{\Phi_j}, \varepsilon\}$

(если значение $\varphi_j(g_i)$ не задано, то $\varphi_j(g_i) = \varepsilon$).

Фасетная формула $FF(g_i)$ объекта g_i представляет собой множество пар: {<фасетный признак; значение фасета для объекта g_i >} для тех фасетов, значения которых заданы для объекта g_i :

$$FF(g_i) = \left\{ \begin{array}{l} \langle \Phi_j, \varphi_j(g_i) \rangle \mid \Phi_j \in \Phi(G), \\ \varphi_j(g_i) \in \varphi^{\Phi_j} \quad \forall j \mid j \in \{1, \dots, l\}, \varphi_j(g_i) \neq \varepsilon \end{array} \right\}.$$

Фасетная таблица содержит фасетные формулы для всех объектов коллекции:

$FT(G) = \{FF(g_i) \mid g_i \in G, i = 1, \dots, k\} = \{(\Phi_j, \varphi^{\Phi_j}) \mid j = 1, \dots, l\}$ – множество фасетов с их допустимыми значениями на объектах коллекции G .

Для формирования результирующего запроса с целью получения искомой выборки объектов $RG \subset G$ необходимо в процессе пошагового алгоритма задать значения некоторого подмножества фасетов, указывая в каждом требуемые значения фасетных признаков.

Множество допустимых фасетов и множество допустимых значений для каждого фасета на очередном шаге алгоритма определяется актуальным подмножеством объектов коллекции (состоящим из объектов, имеющих выбранные на предыдущих шагах значения фасетов).

Определим фасетную формулу запроса как множество пар:

{<фасетный признак; значение фасета, формирующее запрос>};

$$RFF = \{ \langle \Phi_j, \varphi_j^R \rangle \mid j \in J^R \},$$

где J^R – множество индексов фасетов, значения которых были выбраны (отмечены) в процессе пошагового уточнения фасетной формулы запроса;

φ_j^R – значение фасета Φ_j , выбранное для формирования запроса в процессе пошагового уточнения фасетной формулы запроса ($\varphi_j^R \in \varphi^{\Phi_j}$).

Операция выборки (*retrieve*) формирует подмножество объектов $RG \subset G$ в соответствии с фасетной формулой запроса:

$$RG = \text{retrieve}(G, RFF)$$

В предельном случае, если фасетная формула запроса совпадает с фасетной формулой объекта, то объект однозначно определен и попадает в выборку.

Но на практике фасетная формула объекта, которая задается владельцем объекта при занесении его в коллекцию, может не совпадать с представлениями пользователя о том, с каким набором фасетов и их значений объект был занесен в коллекцию.

Разработанная авторами технология адаптивной фасетной навигации предоставляет пользователю возможность строить фасетную формулу запроса в форме пошагового интерактивного процесса с той целью, чтобы на каждом шаге получать информацию, анализ которой позволит сделать очередной выбор.

На каждом шаге пользователь уточняет фасетную формулу, выбирая значение для очередного (одного) фасета из множества допустимых значений фасета на данном шаге. Такой способ навигации обеспечивает получение на каждом шаге непустого подмножества объектов.

Обозначим: J^A – множество индексов допустимых («allowable») фасетов на очередном шаге, $J^A \subset \{1, \dots, l\}$.

При выполнении указанного алгоритма на каждом шаге $J^R \subset J^A$, где J^R – множество индексов фасетов, значения которых были отмечены на данном и предыдущих шагах.

На 1-м шаге алгоритма выборка соответствует всей коллекции G , допустимые фасеты – всем фасетам коллекции, а фасетная таблица содержит фасетные формулы для всех объектов коллекции, то есть, все фасеты и все их значения для всех объектов коллекции:

$$RG^1 = G;$$

$$\Phi^1 = \Phi(G) = \{ \Phi_j^1 \mid j \in J^A \}, \quad \text{где}$$

$J^A = \{1, \dots, l\}$ – множество индексов допустимых фасетов на 1-м шаге;

$$FT^1 = FT(G).$$

На 1-м шаге алгоритма пользователь формирует запрос в виде следующей фасетной формулы запроса:

$$RFF^1 = \{ \langle \Phi_j, \varphi_j^R \rangle \mid j \in J^{R^1} \} - \text{множество,}$$

состоящее на 1-м шаге из одной пары: <фасетный признак, отмеченное значение фасета>, при этом множество J^{R^1} состоит из одного индекса ($J^{R^1} = \{j\}$) – индекса фасета, значение которого $\varphi_j^R \in \varphi^{\Phi_j}$ было выбрано для формирования запроса на 1-м шаге.

В особых случаях (например, редкие свойства объектов), уже первый шаг может привести к получению искомого объекта.

На очередном (n-ом) шаге алгоритма в формировании фасетной формулы запроса участвуют только те фасеты (образующие множество допустимых фасетов на n-ом шаге), которые имеют непустые значения на объектах, принадлежащих выборке предыдущего шага, и только эти значения (допустимые значения) будут использоваться для построения запроса.

Таким образом, на n-ом ($n > 1$) шаге n-1 фасетов (принадлежащих множеству допустимых фасетов на n-ом шаге) имеют заданные значения, выбранные на предыдущих (1, ..., n-1) шагах, и пользователю предоставляется выбор значения одного из оставшихся фасетов, принадлежащих множеству допустимых фасетов на n-ом шаге.

На n-ом шаге алгоритма получаем следующее состояние навигационной системы (после выполнения предыдущего запроса):

$$\Phi^n = \{ \Phi_j \in \Phi^{n-1} \mid \exists g \in RG^{n-1} : \varphi_j(g) \neq \varepsilon \} - \text{множество допустимых фасетов на n-ом шаге:}$$

$$\Phi^n = \{ \Phi_j^n \mid j \in J^{A^n} \},$$

где $J^{A^n} = \{j \mid j \in \{1, \dots, l\}, \Phi_j \in \Phi^n\}$ – множество индексов допустимых фасетов на n-ом шаге алгоритма;

$$FT^n = \{ \langle \Phi_j^n, \varphi_j^{\Phi_j^n} \rangle \mid \forall j \in J^{A^n} \} \quad (1)$$

– фасетная таблица на n-ом шаге,

где $\varphi_j^{\Phi_j^n}$ – множество допустимых значений фасета Φ_j на n-ом шаге;

$$RG^n = \text{retrieve}(RG^{n-1}, RFF^{n-1}) = \{ g_i \mid g_i \in RG^{n-1}, \varphi_j(g_i) = \varphi_j^{R^{n-1}} \forall j \in J^{R^{n-1}} \} \quad (2)$$

– подмножество выбранных объектов на n-ом шаге. Новый запрос (на n-ом шаге) имеет фасетную формулу запроса:

$$RFF^n = \{ \langle \Phi_j, \varphi_j^R \rangle \mid j \in J^{R^n} \}, \quad (3)$$

представляющую собой совокупность пар: <фасетный признак, отмеченное значение фасета>, где J^{R^n} – множество индексов фасетов, значения кото-

рых были выбраны (отмечены) на шагах $1, \dots, n$; φ_j^R - выбранное значение фасета Φ_j .

Данное теоретико-множественное описание информационных структур и процессов задает четкую основу для спецификации метода динамического построения визуального интерфейса. В общем случае, фасетная таблица представляет собой многомерную матрицу, структура которой и значения ячеек являются переменными величинами для открытых электронных коллекций. Задача метода динамического формирования визуального интерфейса заключается в динамическом отображении содержимого фасетной таблицы на пользовательский интерфейс. Актуальное подмножество фасетной таблицы, отвечающее интересам конкретного пользователя, формируется на основе обработки фасетной формулы запроса пользователя.

Элементы визуального интерфейса формируются программным образом и определяются текущим состоянием фасетной таблицы (формула (1)) и предысторией формирования фасетной формулы запроса.

Текущее состояние визуального интерфейса позволяет пользователю получить полное представление о составе коллекции. Дополнительно к этой информации пользователь может проанализировать текущую выборку, описываемую формулой (2), и сделать очередной шаг при выборе объектов, сформировав фасетную формулу запроса в соответствии с формулой (3).

Динамически появляющаяся информация на каждом шаге доступа к объекту предоставляет пользователю данные, анализ которых позволяет ему сделать свой следующий выбор.

Метод динамического формирования визуального интерфейса лежит в основе построенной авторами модели адаптивной фасетной навигации. Модель построена на примере открытой коллекции произведений искусства.

Данная предметная область выбрана авторами для достижения достаточной иллюстративности и образности при демонстрации и анализе разрабатываемых идей и их воплощения в набор методов и технологий, реализующих адаптивную фасетную навигацию в открытых коллекциях. Набор фасетов и их возможных значений являются общепринятым подходом специалистов в данной области.

3 Презентационные решения метода динамического построения визуального интерфейса фасетной навигации

Метод динамического построения визуального интерфейса гарантирует то, что при выборе любой из траекторий движения по фасетам пользователь за конечное число шагов получит доступ к искомому объекту.

Авторы предложили следующую форму визуального представления навигационного инструментария на примере открытой электронной коллекции произведений искусства.

Фасеты представлены в виде «облаков», для просмотра всех возможных значений фасета используются механизмы «прокрутки», что позволяет эффективно использовать место на экране (рис. 1). Количество фасетов выбирается в соответствии с принципом, сформулированным американским психологом Миллером [4]: для того, чтобы выбор был эффективным, количество элементов в нем не должно быть больше семи-девяти.

Задание любого из значений произвольно выбранного фасета приводит к перезагрузке подмножества доступных значений в остальных фасетах в соответствии с состоянием фасетной таблицы.

Сочетание фасетов и их значений на определенном этапе представляет легко обозримую картину, что позволяет пользователю сделать очередной выбор для достижения цели (рис. 2).

Рисунок 3 иллюстрирует тот факт, что пользователь мог указать любую траекторию выбора фасетов для достижения той же цели.

На первом шаге пользователю предоставляется полный обзор состояния фасетной таблицы (рис. 1).

Проиллюстрируем на примере, приведенном на рис. 1, введенные выше понятия фасетов и области их значений. Объекту g , представляющему собой работу Казимира Малевича «Весенний пейзаж», ставятся в соответствие следующие значения фасетов:

- $\Phi_1 = \text{«Вид искусства»} : \varphi_1(g) = \text{«Живопись»};$
- $\Phi_2 = \text{«Жанр»} : \varphi_2(g) = \text{«Пейзаж»};$
- $\Phi_3 = \text{«Стиль»} : \varphi_3(g) = e \text{ (значение не задано)};$
- $\Phi_4 = \text{«Техника»} : \varphi_4(g) = \text{«Масло»};$
- $\Phi_5 = \text{«Материал»} : \varphi_5(g) = \text{«Холст»};$
- $\Phi_6 = \text{«Автор»} : \varphi_6(g) = \text{«Малевич»}.$

В том случае, если пользователь выбрал в фасете «Вид искусства» значение «живопись», в остальных фасетах произошла перезагрузка значений: представлены только те значения фасетов, которые определены для множества объектов с фасетным признаком {вид искусства: живопись}.

Приведем примеры различных сценариев действий пользователя при выборе пути доступа к искомому объекту. Сценарий действия пользователя формируется в процессе анализа поступающей информации и относится к адаптивным стратегиям выбора пути [5].

На втором шаге пользователь выбирает в фасете «Техника» значение «масло». После перезагрузки

Произведения искусства для интерьеров. Произведения искусства для интерьеров квартир. Произведения искусства для интерьеров офисов.

The screenshot displays a website interface for 'Intergallery'. On the left side, there is a dynamic facet navigation menu with categories such as 'Вид искусства' (Art type), 'Жанр' (Genre), 'Стиль' (Style), 'Техника' (Technique), 'Материал' (Material), and 'Автор' (Author). Each category has sub-items and navigation arrows. On the right side, there is a grid of six art thumbnails, each with a title and artist name:

- Голова крестьянина, Малевич К.С.
- Весенний пейзаж, Малевич К.С.
- Хаос. Сотворение мира, 1841, Айвазовский И.К.
- Вид Константинополя при лунном освещении, 1846, Айвазовский И.К.
- Сожествие Ноя с Арарата, 1897, Айвазовский И.К.
- Автопортрет с сестрой, 1898, Борисов-Мусатов В.Э.
- Обложка журнала "Весь" (№2, 1905), 1905, Борисов-Мусатов В.Э.
- Последний день Помпеи, 1830-1833, Брюллов К.

Рисунок 1

значений в остальных фасетах пользователю предоставляется легко обозримое отображение актуального для него подмножества фасетной таблицы (рис. 2). Анализ полученной информации позволит пользователю определить дальнейшую стратегию пути доступа к искомому объекту.

На рис. 3 проиллюстрирован тот факт, что, пользователь мог выбрать иную последователь-

ность фасетов. Тем не менее, он бы получил тот же искомый результат.

Метод динамического формирования визуального интерфейса в объединении с оригинальными решениями дизайна пользовательского интерфейса позволяют реализовать основные принципы адаптивной фасетной навигации в открытых электронных коллекциях.

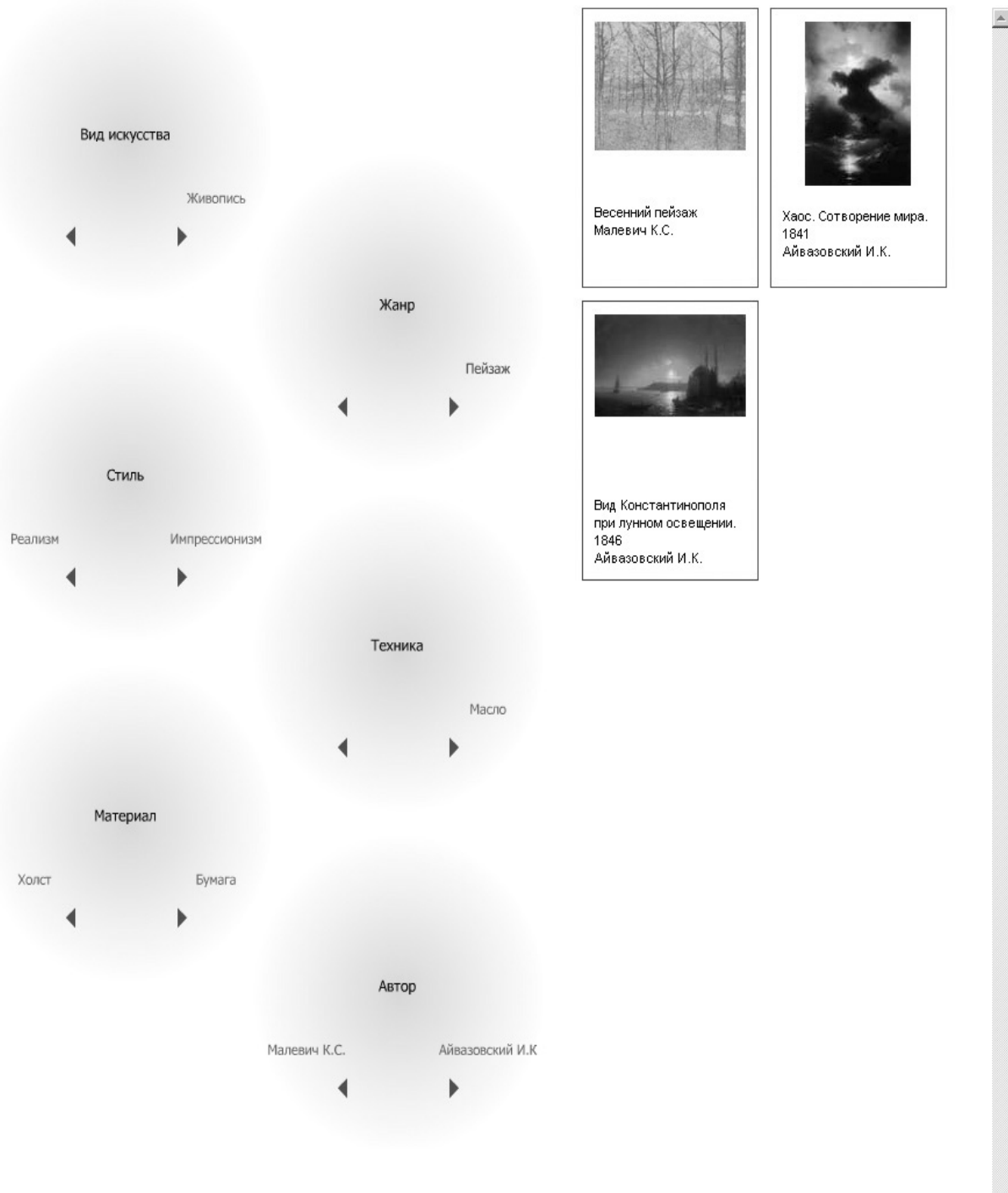


Рисунок 2

4 Реализационная модель адаптивного визуального интерфейса фасетной навигации

Макет реализационной модели размещен в Интернет по адресу www.intergallery.ru. Программная реализация выполнена в форме структурированного

web-сервиса (рис. 4). При разработке использовались программные средства:

- реализация осуществляется в среде ОС: Microsoft Windows 2000/2003;
- веб-сервер: Microsoft Internet Information Server 5.0/6.0;



Рисунок 3

- контейнер серверного приложения: Microsoft ASP.NET 2.0;
- СУБД: Microsoft SQL Server 2005;
- в качестве средств разработки используется Microsoft Visual Studio 2005, ASP.NET 2.0;
- для построения пользовательского интерфейса используется Adobe Flash со встроенным языком ActionScript.
- ASP.NET web-сервисы используют промышленные стандарты:



Рисунок 4

- XML. Обмен данными между пользовательским интерфейсом и сервером (а именно с "подсистемой задания фасетной формулы и представления результатов запроса") производится в формате XML [5], [9]
- SOAP. Протокол обмена сообщениями между Web службой и клиентом, основанный на XML [8].
- Web Services Description Language (WSDL). Описывает параметры сообщений Web-службы для взаимодействия с клиентами [6], [7].

5 Заключение

В предлагаемой модели динамического построения визуального интерфейса достигается выполнение следующих задач:

- задачи многовариантного выбора путей доступа к объектам в открытых электронных коллекциях;
- задачи поддержки естественных иерархий в данной предметной области;
- задачи динамического отображения актуального подмножества фасетной таблицы;
- задачи динамического формирования визуального интерфейса процесса навигации;
- задачи адаптации пользовательского интерфейса к выбранному пользователем сценарию поиска элементов коллекции.

Литература

- [1] Ранганатан Ш.Р. Классификация двоеточием. Основная классификация : пер. с англ. / под ред. Т.С. Гомолицкой и др. – М., 1970. – 422 с.

- [2] Н.А. Маркова, О.Л. Обухова, И.В. Соловьев, А.П. Чочиа. Web технология динамической классификации квази-однородной электронной коллекции // Труды 9-й Всероссийской научной конференции «Электронный библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL'2007, Переславль-Залесский, Россия, 2007. – Переславль-Залесский, 2007. – Том 2. – С. 29–32.
- [3] Н.А. Маркова, О.Л. Обухова, И.В. Соловьев, А.П. Чочиа. Эффективная фасетная навигация в электронных коллекциях // Системы и средства информатики. – М. : Наука, 2007. – № 17.– С. 214–222
- [4] Миллер Дж. Магическое число семь, плюс или минус два. - В кн.: Инженерная психология. М. 1964
- [5] Коновалов И.Н., Коновалов М.Г. Модель и алгоритмы адаптивного управления для системы распределенных вычислительных ресурсов // Международный симпозиум «Информационные технологии и общество», 24 апреля – 01 мая 2007, Москва. – М., 2007. – С. 76–78.
- [6] XML Web Services Basics// <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms996507.aspx>
- [7] Web Services Description Language (WSDL) 1.1 // <http://www.w3.org/TR/wsdl>
- [8] Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 // <http://www.w3.org/TR/wsdl20/>
- [9] SOAP Version 1.2 // <http://www.w3.org/TR/soap/>
- [10] XML // <http://www.w3.org/XML/>

Open digital collections with adaptive visual interface of facet navigation

Olga Obuhova, Maxim Gershkovich,
Tatiana Biryukova, Ivan Soloviev, Anton Chochia

We propose a formal model to describe a special type of digital collections consisting of independent objects defined by their attributes. Each element of collection is described by object's facet formula. Structure of collection is represented by a facet table. Navigation suggests a stepwise building of facet formula of the request, while the status of the facet table is represented in the user interface dynamically. Relevant subset of facet table, corresponding to particular user's demands, is build by processing the request's facet formula. Proposed formal model is used to produce an executive model with visual interface adapting to the current status of collection and scenario of access to the collection's objects defined by user.