

# Некоторые методы классификации и поиска в электронной коллекции графических документов\*

А.А. Рогов, К.А. Рогова, П.В. Кириков, М.Ю. Быстров

Петрозаводский государственный университет

rogov@psu.karelia.ru, ksushar@mail.ru, lispad@gmail.com, maksimkab@yandex.ru

## Аннотация

Речь идет о нескольких подходах к классификации и поиску в коллекциях графических документов. Большое внимание уделяется разработке алгоритма поиска, основанного на скелете изображения. Все разработанные методы соединены в единой системе управления коллекциями графических документов. Она позволяет хранить различные наборы графических и текстовых параметров для каждого графического документа с учётом их типа, выполнять классификацию и поиск графических документов по различным комбинациям параметров, а также на основе сходства. Разрабатываемая система имеет веб-интерфейс и доступна только через интернет. Апробация всех алгоритмов проводится на тестовой коллекции петроглифов Северной Фенноскандии.

## 1 Введение

Новые компьютерные технологии позволяют создавать информационные системы, недоступные ранее. Заметим, что наиболее требовательными к ресурсам аппаратного обеспечения являются системы для обработки мультимедийной информации – изображений, видео, трехмерной графики. С прогрессом информационных технологий меняются и парадигмы, используемые для создания информационных систем: объектно-ориентированный подход становится не только популярной концепцией программирования, но и находит своё отражение в теории построения баз данных. Объектно-ориентированные структуры данных, использующие в качестве данных абстрактные объекты, в некоторых областях позволяют более точно моделировать логическую структуру по сравнению с реляционным подходом.

Одним из частных случаев объектно-ориентированных структур данных являются базы данных

для хранения графических документов, с учётом их внутренних свойств и признаков документов, называемые коллекциями графических документов. К сожалению, на данный момент нет каких-либо универсальных средств создания электронных коллекций графических документов, в которых изображения не только хранятся в определенном порядке, но и классифицированы по выделенным параметрам, и по ним можно осуществлять поиск. Проблемой создания подобного рода систем является необходимость реализации механизма поиска данных, в процессе создания которого приходится решать целый ряд нетривиальных задач – фильтрации, сегментации, распознавания. Существуют различные подходы и даже рабочие алгоритмы решения этих задач, однако в каждом конкретном случае необходимо выбирать ту или иную методику исходя из спецификации разрабатываемой системы. Важно отметить, что зачастую существующих алгоритмов обработки недостаточно, и приходится либо заниматься их усовершенствованием, либо созданием новых алгоритмов.

В статье описаны особенности создания информационной системы, позволяющей создавать, управлять и анализировать коллекции графических документов, с возможностями хранения иерархии документов и значений наборов признаков, а также поиска. В первой части рассказывается о свойствах системы и технических особенностях ее реализации, а во второй представлены непосредственно сами методы классификации и поиска. Несмотря на то, что создаваемая система предназначена в первую очередь для научных исследований, подобный способ описания графических объектов позволяет применять систему в различных областях, например, для создания каталога запчастей/товаров с иллюстрациями, произведений художников и т. д. В данный момент прототип информационной системы апробируется на основе коллекции графических документов петроглифов Северной Фенноскандии<sup>1</sup>.

Труды 12<sup>й</sup> Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL'2010, Казань, Россия, 2010

<sup>1</sup> Фенноскандия – природная страна в Европе, включающая Скандинавский полуостров (Швецию и Норвегию), Финляндию, Кольский полуостров и часть территории СССР к С.-З. от линии Финский залив Балтийского моря – Ладожское и Онежское озёра – Онежская губа Белого моря

## 2 Общие характеристики разрабатываемой системы

Разрабатываемая система логически разделена на две части – пользовательскую и административную. Она предназначена для размещения на веб-сервере и обеспечивает доступ через интернет с любого устройства, подключенного к сети. Выделим некоторые ее возможности: создание и редактирование иерархической структуры коллекций графических документов; хранение различных наборов параметров (признаков) для каждого графического документа; классификация и поиск графических документов по различным комбинациям параметров, а также на основе сходства текстур, цветового восприятия и т. д.; описательная статистика коллекции; разделение доступа к системе.

Исходные данные для описываемой системы представляют собой набор схем объектов. Данные схемы имеют текстовые признаки с иерархической структурой. На них выделяют группы объектов и отдельные объекты, к которым привязываются текстовые, символьные, цифровые переменные, в том числе и с фасетной структурой, и графические документы.

## 3 Описание структуры данных

Содержание графических документов в виде бинарных данных, а также сопутствующая информация об их положении в иерархии и наборы индивидуальных параметров хранятся в базе данных. Скорость доступа к бинарным данным графических документов в нашей реализации несколько ниже, чем при использовании файловой системы для хранения документов. Такой способ был выбран ввиду ряда причин. Время обработки (масштабирования, наложения логотипа для охраны авторских прав и т. д.) значительно выше времени доступа, а потому было применено кэширование с сохранением результатов обработки в файловой системе сервера. В случае чтения данных из коллекции результат берётся из кэша, а потому время доступа к базе данных не играет роли. При этом упрощаются задачи переноса системы, сохранения резервных копий, а также проверка целостности базы данных. Структура базы создана таким образом, чтобы иерархия документов не имела ограничений по числу уровней и числу узлов на каждом уровне. Для этого используется свертка дерева в табличное представление, с указанием родительской вершины. Такой способ представления требует рекурсивного обхода таблицы для получения иерархии, но это не оказывает критического влияния на производительность системы в целом при небольшом объеме коллекции. В случае роста объема на несколько порядков возможно применение методов кэширования готового представления дерева, т. к. операции просмотра (чтения базы данных) по нашим оценкам производятся на порядок чаще операций изменения (записи в базу данных). Для каждого графического документа система предоставляет возможность хранения

различных схем разметки объектов, являющихся составными частями документа, для этого хранятся относительные координаты для предоставления возможности выделения объектов при различных масштабах отображения документа. Для корректной работы пользовательского и административного интерфейсов при выборке данных из схем разметок необходима сортировка объектов по занимаемой ими площади на графическом документе. Чтобы уменьшить вычислительную нагрузку на сервер баз данных, требуемую для расчета площади по координатам каждый раз при получении списка объектов для оптимизации сортировки в базе также хранится предварительно рассчитанное значение площади, по которому построен индекс. Всего в базе данных 13 таблиц. Структура базы, за исключением некоторых оптимизаций для вычислительной производительности, соответствует четвертой нормальной форме.

## 4 Административный и пользовательский интерфейсы

Доступ к информационной системе построен по клиент-серверной технологии. Интерфейс клиентской части реализован при помощи HTML, с использованием JS и предоставляет администратору и пользователю доступ к описанному выше функционалу через любой веб-браузер. Серверная часть выполнена на основе веб-сервера Apache с применением PHP и сервера баз данных MySQL. Система позволяет администратору вводить графические документы в различных форматах, автоматически, при помощи графической библиотеки GDLib, выполняя их приведение к единому формату для хранения в базе данных. Интерфейс администратора отображает иерархию графических документов в виде дерева и позволяет редактировать структуру, добавлять и удалять документы. Для каждого из них реализована возможность вводить и изменять схему разметки, показывающую положение объектов внутри документа. В ходе апробации возникли проблемы с учетом объектов, накладывающихся друг на друга. Для их решения внедрено несколько концептуальных и технических решений: схемы разметки могут быть разделены на слои, позволяя администратору работать с каждым из накладывающихся объектов отдельно, для решения технической сложности с выделением накладывающихся и вложенных областей; области сортируются по площади и получают при выделении приоритет, обратно пропорциональный занимаемой ими площади. Администратор имеет возможность редактировать информацию о графических документах и набор индивидуальных параметров для каждого из объектов. Для удобства администратора и ускорения процесса работы с информацией реализована поддержка «горячих клавиш».

Пользовательский интерфейс предоставляет доступ для просмотра и анализа информации, внесенной в базу данных. Выбрав из дерева интересующий графический документ, пользователь получает воз-

возможность просмотра его в различных масштабах. Система показывает наборы индивидуальных признаков для объекта, выбранного на схеме разметки документа.

В настоящий момент производится разработка модуля описательной статистики, а также портирование для использования совместно с веб-системой модулей классификации и поиска графических документов по различным комбинациям параметров, ранее реализованных на языке С, а также на основе сходства текстур, цветового восприятия и т. д.

## 5 Алгоритмы обработки и поиска изображений

Современные компьютерные технологии позволяют создавать информационные системы для решения задач в различных сферах человеческой деятельности: на производстве, в медицине, образовании, безопасности, научных целях и т. д. Но как бы сильно не отличались системы по их функциональному назначению, всех их объединяет одно – необходимость организации поиска, причем эта необходимость возрастает одновременно с ростом самой системы. Для динамических систем, т. е. систем, в которых объем данных постоянно растет, необходимо поиск организовывать так, чтобы он был осуществлен за разумное время. Таким образом, актуальной является задача оптимизации (ускорения) поиска.

Большинство информационных систем в качестве хранилищ данных используют реляционные базы данных с текстовой информацией (символы, числа, даты и т. д.). Здесь задача поиска сводится к сравнению текстов в том виде, в котором они хранятся, и не вызывает каких-либо затруднений. Сложности возникают при создании систем с мультимедиа, например, электронных коллекций графических документов, в которых необходимо организовать поиск по визуальному подобию изображения объекта: на вход подается исследуемое изображение, а на выходе должны появиться изображения из электронной коллекции, наиболее на него похожие. Возникает ряд трудностей и проблем, специфических для данной области:

- объекты предьявляются на сложном фоне;
- объекты отличаются положением в поле зрения;
- отличия в изображениях объектов возникают за счет изменения освещенности, подсветки, локальных помех;
- изображения могут отличать геометрические преобразования, включая такие, как аффинные и проективные;
- объекты могут быть изображены по контуру или целиком.

Поиск сводится к задаче поиска изображений [3], которая отличается сложностью алгоритмов обработки данных и низкой универсальностью. Рассмотрим более подробно один из алгоритмов структурных методов распознавания изображений для

поиска в электронных коллекциях графических документов.



Рис. 1. Бинарное изображение с одним объектом

## 6 Модуль структурного метода распознавания бинарных изображений

Среди существующих методов распознавания изображений можно выделить класс методов, использующих структурный (синтаксический) подход к распознаванию [4]. Структурные методы основаны на получении структурно-грамматических признаков, когда в изображении выделяются элементы – признаки – и вводятся правила соединения этих элементов. Признаки и правила их соединения образуют грамматику. Анализ грамматики обеспечивает принятие решений при сравнении изображений. Такой подход обеспечивает высокое быстродействие, что дает ему неоспоримое преимущество при работе с большой коллекцией графических документов.

Структурный подход может быть использован при решении задачи поиска в электронной коллекции бинарных изображений с одним объектом. Под бинарным изображением понимается картинка, на которой представлены один или несколько объектов одного цвета на фоне, имеющем другой цвет [2]. Пример такого изображения представлен на рис. 1.

В данной работе предлагается один из возможных вариантов решения поставленной задачи с использованием скелетов бинарных изображений. Данный метод является уникальным и, судя по источникам, имеющимся в распоряжении авторов, ранее не применялся. Как уже упоминалось выше, в основе рассматриваемого метода лежит понятие скелета изображения:

*Скелет изображения* – это множество точек, являющихся центрами окружностей максимального радиуса, вписанных в это изображение [2] (рис. 2).



Рис. 2. Скелет изображения

При получении скелета обычно возникают «шумовые ветви», которые не являются существенными при описании общей формы фигуры (рис. 2). Если удалить «шумовые ветви» (операция регуляризации [1]) и затем аппроксимировать скелет прямыми линиями, то можно получить скелет, изображенный на рис. 3. Такой скелет состоит из множества прямых ребер. Смежные ребра образуют между собой углы. Таким образом, скелет представляет собой грамма-

тику, состоящую из ребер скелета и правил их соединения – углов.

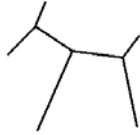


Рис. 3. Скелет после регуляризации и аппроксимации

Предлагаемый алгоритм распознавания сводится к следующим этапам: получение скелета изображения; регуляризация скелета; аппроксимация скелета; получение грамматики; сравнение грамматик. Рассмотрим каждый из этапов более подробно

### 6.1 Получение скелета изображения

Построение скелета изображения может быть интерпретировано в виде процесса распространения огня при «выгорании» фигуры [2]. Представим себе, что вдоль всей границы фигуры одновременно загорается огонь, который постепенно сжигает всю фигуру, двигаясь от границы внутрь фигуры. Предполагается, что огонь распространяется с постоянной скоростью. Рассмотрим точки угасания огня, т. е. те точки, в которых происходит встреча нескольких (двух или более) огненных фронтов. Каждая такая точка одинаково удалена от начального положения фронтов и, следовательно, принадлежит скелету изображения. Множество точек угасания огня образует скелет изображения.

Один из наиболее эффективных алгоритмов, реализующих данную идею для дискретных фигур, является алгоритм Зонга – Суня [3], пример работы которого представлен на рис. 4.

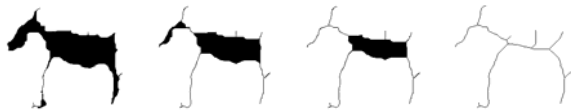


Рис. 4. Построение скелета изображения с помощью алгоритма Зонга – Суня

### 6.2 Регуляризация скелета

Целью данного этапа является удаление «шумовых ветвей» (рис. 2).

Из понятия скелета изображения как множества точек, являющихся центрами максимальных окружностей, следует, что по скелету изображения можно восстановить исходное изображения, если в каждой точке скелета нарисовать круг соответствующего радиуса (рис. 5). Радиус круга вычисляется как расстояние от данной точки скелета до ближайшей точки контура фигуры.



Рис. 5. Построение скелета и восстановление изображения из скелета

Удаление какой-либо ветви скелета влечет за собой изменения формы восстановленной по скелету фигуры. Для процесса регуляризации в качестве меры для сравнения двух фигур можно использовать площадь фигуры. Предлагается следующий алгоритм регуляризации:

- по скелету восстанавливается исходное изображение и вычисляется его площадь  $S_0$ ;
- выбирается  $i$ -я ветвь скелета, которая одним концом соединена с другой ветвью, а другим нет, т. е. рассматривается внешняя ветвь;
- рассчитывается площадь фигуры без выбранной ветви  $S_i$ , которая всегда будет находиться внутри восстановленного изображения, и соответственно  $S_0 > S_i$  для любого  $i$ ;
- если  $S_0 - S_i < P$ , где  $P$  – пороговая величина, то ветвь  $i$  удаляется из скелета;
- если остались нерассмотренные ветви – переход к п. 2, иначе конец алгоритма.

### 6.4 Аппроксимация скелета



Рис. 6. Пример аппроксимации скелета

Под аппроксимацией скелета понимается преобразование набора ребер скелета в набор прямых (рис. 3). Аппроксимация происходит с использованием метода последовательных приближений [10]. При этом в случае слабой кривизны ребра скелета оно преобразовывается в одно ребро – прямую с теми же вершинами, иначе ребро преобразовывается в набор прямых. В качестве меры кривизны ребра используется величина, которая обеспечивает получение оптимального количества ребер (рис. 6).

### 6.5. Получение грамматики

Как уже упоминалось ранее, в качестве грамматики рассматриваются прямые линии скелета и углы между ними. Процесс получения грамматики можно описать следующим образом:

- произвольно выбирается внешняя прямая скелета  $L_0$ ;
- вычисляется длина текущей прямой  $L_i$  и записывается в строку результата;
- среди прямых, которые соединены с данной прямой, выбирается та, которая составляет наименьший угол относительно данной против часовой стрелки; рассматривается также сама данная прямая с углом, равным  $360^\circ$ ;
- угол между прямыми записывается в строку результата;
- если выбранная прямая совпадает с  $L_0$  – конец алгоритма. Иначе переход к п. 2.

*Примечание:* длина прямой является относительной величиной в процентах. За 100% берется

диаметр минимальной окружности, описанной вокруг изображения скелета.

Таким образом, получаемую грамматику можно записать в виде  $\{l_i, \alpha_i\}, i=1,2,\dots,2n$ , где  $n$  – количество прямых скелета.

На рис. 7 представлен пример получения грамматики из скелета. Здесь стрелками обозначено направление обхода скелета, 0 – точка, в которой начинается обход. Полученная грамматика имеет вид:  $\{29,59 | 101,08\} \{33,77 | 98,97\} \{64,95 | 360\} \{64,95 | 106,98\} \{38,90 | 109,11\} \{52,76 | 360\} \{52,76 | 130,64\} \{20,54 | 360\} \{20,54 | 120,25\} \{38,90 | 154,05\} \{33,77 | 100,19\} \{19,48 | 360\} \{19,48 | 158,73\} \{29,59 | 360\}$ .

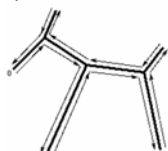


Рис. 7. Получение грамматики

### 6.6 Сравнение грамматик

Конечным этапом структурных методов поиска является сравнение грамматик между собой.

Пусть имеется 2 грамматики длины  $2n$ :

$$\{l_i, \alpha_i\}, i=1,2,\dots,2n, \{k_i, \beta_i\}, i=1,2,\dots,2n.$$

Тогда грамматики равны, если для любого  $i=1,2,\dots,2n$ , выполняются равенства  $l_i = k_i, \alpha_i = \beta_i$ . Однако с учетом ошибок измерения на реальных объектах следует задавать более слабое условие равенства  $|l_i - k_i| \leq P_1, |\alpha_i - \beta_i| \leq P_2, i=1,2,\dots,2n$ , где  $P_1$  и  $P_2$  являются пороговыми величинами.

Начало обхода у двух одинаковых объектов может быть различным. Тогда требуется для грамматики длиной  $n$  рассмотреть  $n$  циклических сдвигов, каждый из которых описывает исходное изображение. Тогда сравнение двух грамматик представляет собой процесс сравнения всевозможных их циклических сдвигов (всего сравнений  $n$ ). Если хотя бы одна пара сравниваемых грамматик будет равна, то и исходные грамматики равны между собой, то есть, если найдется такое  $\gamma = 1,2,\dots,2n$ , что выполняются условия  $|l_i - k_j| \leq P_1, |\alpha_i - \beta_j| \leq P_2, i=1,2,\dots,2n$ , где

$$j = \begin{cases} i + \gamma, & \text{если } i + \gamma \leq 2n, \\ i + \gamma - n, & \text{если } i + \gamma > n. \end{cases}$$

### 6.7 Результаты работы алгоритма

Описанный метод структурного распознавания скелетов бинарных изображений был реализован в виде приложения и протестирован на электронной коллекции изображений петроглифов Северной Фенноскандии. Для тестирования были отобраны 200 черно-белых изображений петроглифов. Для каждого из них была построена грамматика, и затем все грамматики попарно сравнивались между собой.

Результаты работы программы оценивались субъективно авторами статьи. Точность работы алгоритма была оценена в 70%.

В табл. 1 представлена информация о скорости работы алгоритма для изображения 250\*250 пикселей.

Таблица 1. Скорость работы алгоритма

Этап	Время выполнения (в миллисекундах)
Получение скелета	200
Регуляризация скелета	600
Аппроксимация скелета	90
Получение грамматики	1
Сравнение двух грамматик	6 (для 1000 сравнений)

Как видно из таблицы, основное время занимают операции получения и регуляризации скелета. В дальнейшем планируется увеличение скорости за счет оптимизации исходного кода программы и поиска новых алгоритмов.

Однако для каждой коллекции изображений можно построить грамматики только 1 раз и в дальнейшем пользоваться ими при сравнении. Сама операция сравнения грамматик занимает незначительное время. Поэтому в целом можно утверждать, что алгоритм работает достаточно быстро.

Существует также возможность сравнения грамматик частями. Однако для этого необходимо заранее исключить из грамматик лишние элементы, при этом не разрушив целостность фигуры, описываемой грамматикой. Исследования в данной области планируется провести в ближайшее время.

## 7 Модуль классификации и поиска в графической коллекции на основе признаков, извлеченных из изображений

В данном модуле используются характеристики изображений, получаемые непосредственно из картинки. Признаками самого низкого уровня считаются цвет и текстура рисунка [6]. За основу берется цветовая модель HSV (Hue, Saturation, Value – тон, насыщенность, значение), так как она ближе к восприятию человеком изображений. Координатами цвета в данной модели являются [7]:

Hue – цветовой тон, (например, красный, зеленый или сине-голубой); варьируется в пределах  $0 - 360^\circ$ , однако иногда приводится к диапазону  $0 - 100$  или  $0 - 1$ .

Saturation – насыщенность; варьируется в пределах  $0 - 100$  или  $0 - 1$ . Чем больше этот параметр, тем «чище» цвет, поэтому этот параметр иногда называют чистотой цвета. Чем ближе этот параметр к нулю, тем ближе цвет к нейтральному серому.

Value (значение цвета) или Brightness – яркость. Также задается в пределах  $0 - 100$  и  $0 - 1$ .

Модель была создана Элви Реем Смитом в 1978 году. Она является нелинейным преобразованием модели RGB.

## 7.1 Признаки цвета

Разделим все цветовое пространство на 18 отрезков по тону, 3 – по насыщенности и 3 – по значению. Используется два типа признаков. Первый тип – стандартные гистограммы для всего изображения. Для второго типа все изображение делится на прямоугольники от 2\*2 до 16\*16. Для каждого блока вычисляется наиболее часто встречающийся цвет. Он хранится как бинарный признак в зависимости от интервала попадания. Эта операция проделывается для каждого компонента цвета. Таким образом, получаем 55080 (340 блоков\*18\*3\*3) возможных признаков для блока и 162 (18\*3\*3) цветовые гистограммы для изображения в целом [8].

## 7.2 Признаки текстуры

По определению, текстура – пространственно растянутый образец, построенный повторяющимися аналогичными элементами, которые называются элементы текстуры [6]. В данном случае используется набор фильтров Габора, где каждый фильтр дает специфическую текстуру, частоту и направление. Изначально фильтры Габора имеют возможность определения текстуры. Для реализации алгоритмов используются фильтры при разных длинах волн и ориентациях [8]. Кроме того, аналогично выделению признаков цвета из изображения, рисунок разбивается на блоки (2\*2, 4\*3). На основе фильтрации для каждого блока, так же, как и для изображения в целом, получают признаки. Подробное описание фильтров Габора приведено в [9].

## 7.3 Методы классификации и поиска

На основе полученных признаков и их комбинаций производится поиск изображений в графической коллекции. Кроме того, проводится классификация изображений в графической базе данных. Для решения этих задач планируется использовать статистические методы, такие, как факторный анализ или канонический корреляционный анализ. В настоящий момент проводятся тестирования методов.

## 8 Заключение

Перечисленные подходы и методы не являются исчерпывающими для разрабатываемой системы, то есть существуют различные другие методы обработки и анализа изображений, которые можно использовать для решения поставленных задач.

## Литература

- [1] Домахина Л.Г. Регуляризация скелета для задачи сравнения формы // Математические методы распознавания образов: доклады XIV Всерос. конф. – М., 2009. – С. 342-346.
- [2] Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений. Фигуры, скелеты, циркуляры. – М.: Физматлит, 2009.

- [3] Рогов А.А., Рогова К.А., Кириков П.В., Быстров М.Ю. Информационная система для создания и управления электронными коллекциями графических документов // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XI Всерос. науч. конф. RCDL'2009 (Петрозаводск, Россия, 17–21 сентября 2009 г.). – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – С. 433-438.
- [4] Фу К. Структурные методы в распознавании образов. – М.: Мир, 1977.
- [5] Zhang T.Y., Suen C.Y. A fast parallel algorithm for thinning digital patterns // Commun. ACM. – 1984. – V. 27, No 3. – P. 236-239.
- [6] Westerveld T. Image retrieval: content versus context// Content-Based Multimedia Information Access, RIAO 2000 – C.I.D.-C.A.S.I.S., 2000. – P. 276-284.
- [7] Kolenda T., Hansen L.K., Larsen J., Winther O. Independent component analysis for understanding multimedia content// Proc. of IEEE Workshop on Neural Networks for Signal Processing XII, Piscataway, New Jersey, 2002. IEEE Press. Martigny, Valais, Switzerland, Sept. 4–6, 2002. – P. 757-766.
- [8] [http://ru.wikipedia.org/wiki/HSV\\_\(цветовая\\_модель\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/HSV_(цветовая_модель)).
- [9] Movellan J.R.. Tutorial on Gabor filters. – <http://mplab.ucsd.edu/tutorials/gabor.pdf>.
- [10] Дегтярева А., Вежневцев В. Line fitting, или методы аппроксимации набора точек прямой // Компьютерная графика и мультимедиа. – 2003. – №1(3). – <http://cgm.computergraphics.ru/content/view/41>.

## Some classification and search methods in graphic document electronic collection

A.A. Rogov, K.A. Rogova, P.V. Kirikov,  
M.Yu. Bystrov

We present some approaches to classifying and searching in graphic documents collections. Special attention we give to a search algorithm, based on image skeleton. All developed methods are composed in a single system for management of graphic documents collections. This system allows to storage different sets of graphic and textual parameters for each depiction based on its type, to carry classification and retrieval documents by a variety of parameters combinations or by their similarity. The system has a web-interface and access is provided through Internet.

All methods are approved on a test collection of petroglyphs depictions from Northern Fennoscandia.

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ, (проект 08-01-12116)