

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОИСКА РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ-ЗАПРОСУ

Э.Э.Александров, А.В.Савкина  
Тел.: (8-342) 29-07-01. E-mail: [anastesi@yandex.ru](mailto:anastesi@yandex.ru)

Анализ и обработка изображений имеет большое значение в предмете компьютерной графики, поэтому задача хранения и получения доступа к большим объемам изображений в настоящее время является актуальной.

Выбор формата хранения изображения целесообразно осуществлять таким образом, чтобы построение алгоритма запроса изображения не требовало дополнительных или незначительных преобразований.

Для формирования запросов на изображение из базы данных предлагается использовать два подхода: вейвлет-преобразование и фрактальное разложение.

Вейвлеты – математический инструмент для иерархического представления функций, с недавних пор применяющийся в компьютерной графике. Реализация обработки запросов изображений из базы данных заключается в обращении к обобщенной теории вейвлетов, по которой вейвлеты конструируются в явном виде на ограниченных областях. Содержание изображения формируется посредством коэффициентов, полученных методом вейвлет-преобразований, анализируя которые можно построить систему.

Фракталы используются, когда требуется, с помощью нескольких коэффициентов, задать линии и поверхности очень сложной формы, это способ легкого представления сложных неевклидовых объектов, образы которых весьма похожи на природные. Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. В самом простом случае небольшая часть фрактала содержит информацию о всем фрактале. При фрактальном кодировании изображений ищется множество сжимающих преобразований, которые отображают доменные блоки во множество ранговых блоков, покрывающих изображение.

Метод систем итерируемых функций используется как простое средство получения фрактальных структур.

Система итерируемых функций представляет собой систему функций из некоторого фиксированного класса функций, отображающих одно многомерное множество на другое. Наиболее простая система итерируемых функций состоит из аффинных преобразований плоскости:

$$\begin{aligned} X' &= A \cdot X + B \cdot Y + C; \\ Y' &= D \cdot X + E \cdot Y + F. \end{aligned}$$

Как вейвлет-, так и фрактальное разложения в каноническом виде применимы к полутоновому изображению, соответственно для преобразования полноцветных изображений необходимо выбрать цветовое пространство и реализовать преобразования независимо по каналам. Реализована работа с цветовым пространством RGB.

В настоящее время исследования ведутся в следующих направлениях:

1. Выбор цветовой модели.
2. Исследуется количество коэффициентов, необходимых для оптимального запроса изображения. В настоящее время выбрано 60 коэффициентов, но рассматривается возможность увеличения или уменьшения этого количества.
3. Исследуется количество и точность совпадений коэффициентов, необходимых для соответствия хранимого изображения изображению-запросу на основе выбранной метрики.

В результате создания системы разработана структура базы данных, в которой изображение будет храниться в виде BLOB-полей – коэффициентов вейвлет-преобразований, реализуется набор процедур и функций, позволяющий работать с данными для помещения и извлечения изображений.

Реализована экспериментальная версия системы, которая осуществляет нестандартное разложение изображения. Нестандартное разложение является более эффективным: для изображения  $m \times m$  стандартное разложение требует  $4(m^2 - m)$  операций, тогда как нестандартное

разложение требует только  $8/3(m^2 - 1)$  операций. В качестве вейвлета выбран вейвлет Хаара, позволяющий максимально быстро вычислять искомые коэффициенты и получать достоверные результаты.

Алгоритм формирования изображения можно описать следующим образом: на предварительном этапе выполняется стандартное двумерное вейвлет-разложение каждого изображения в базе данных и сохраняется только общее среднее значение цвета, а также индексы и знаки, принадлежащие  $m$  коэффициентам с наибольшими значениями. Затем для всех изображений базы данных эти индексы объединяются в одну структуру данных, которая оптимизирует поиск. Далее выполняется такое же вейвлет-разложение для каждого изображения-запроса и вновь отбрасывается вся информация, за исключением среднего значения цвета и  $m$  самых больших коэффициентов. На основе этой информации строится метрика изображения  $J$  и метрика изображения-запроса  $I$ . Затем путем сравнения метрик  $J$  и  $I$  находится количественный показатель для каждого целевого изображения.

Например, при формировании запроса, если имеется некоторый набор коэффициентов, относящихся к изображению-запросу  $Q$  и изображению, хранимому в базе данных  $J$ , то можно построить линейную и квадратичную метрики сравнения изображений

$$|Q - J|_1 = \sum_{i,j} |Q[i, j] - J[i, j]|,$$
$$|Q - J|_2 = \sqrt{\left( \sum_{i,j} Q[i, j] - J[i, j] \right)^2},$$

и минимизируя эти метрики выполнять поиск наиболее близкого по структуре к запросу изображения.

В качестве вейвлета выбран вейвлет Хаара, позволяющий максимально быстро вычислять искомые коэффициенты и получать достоверные результаты.

Также реализована система поиска изображения с помощью фракталов.

Базовый алгоритм фрактального кодирования изображений выполняется следующим образом:

Разбивается изображение на перекрывающиеся ранговые блоки. При этом используются квадратные ранговые блоки. Эти блоки могут быть равными, но чаще используется адаптивное разбиение с переменным размером блоков. Эта дает возможность плотно заполнить ранговыми блоками маленького размера части изображения, содержащие мелкие детали. В данной системе использовалась адаптивная схема разбиения – метод квадродерева.

Изображение покрывается последовательностью доменных блоков. Домены могут быть разных размеров, но в данной системе реализованы одинаковые, не перекрывающиеся домены.

Для каждого рангового блока находится домен и соответствующее преобразование, которое наилучшим образом покрывает ранговый блок. Обычно это аффинное преобразование: поворот, зеркальное отражение, сжатие, растяжение. Настраиваются параметры преобразования, такие как контрастность и яркость, для наилучшего соответствия.

Если достаточно точного соответствия не получается, то ранговые блоки разбиваются на меньшие ранговые блоки. Этот процесс продолжается до тех пор, пока или не добьемся приемлемого соответствия, или размер ранговых блоков не достигнет некоторого заранее определённого предела. Процесс завершается, когда все ранговые блоки оказываются покрытыми.

Алгоритм применяется для каждого канала палитры RGB.

В системе реализован следующий алгоритм сравнения фрактального квадродерева.

Во-первых, выполняется преобразование образца, чтобы получить квадродерево. Во-вторых, поочередно загружается квадродерево каждого изображения из базы данных, для его сравнения с квадродеревом образца.

В-третьих, сравниваются массивы индексов квадродерева. Если какой-нибудь элемент массива образца не равен элементу массива загруженного изображения, значит, какие-то ветки квадродерева не совпали, то есть на одном дереве разбиение по ветке прекратилось, а на

другом еще нет. Анализируя массив индексов, подсчитывается количество не совпавших разбиений. Деля это количество на общее количество веток, получаем процент совпадения этих деревьев.

В-четвертых, если процент совпадения велик, это изображение добавляется в список найденных.

Данная система может применяться в различных областях, где есть необходимость хранения, обработки и поиска графических изображений.