

Поиск изображений на основе паспортов изображений

Чайников И.В., Лабунец В.Г.

Уральский государственный политехнический институт

В данной статье рассмотрен подход к решению задачи поиска изображений на основе использования паспортов изображений. В настоящее время решение задачи поиска изображения широко востребованы: поиск в базе данных всех изображений, похожих на предъявляемое изображение, или поиск оригинала изображения по некоторому искаженному варианту – все эти задачи очень актуальны. Сервисы поиска изображений в Интернете работают, в основном, по ключевым словам, характеризующим изображение, таким образом, в базе изображений должны храниться слова, описывающие его, что не совсем удобно и не предоставляет требуемой гибкости. Гораздо более интересным и востребованным является вариант, когда база некоторых идентификаторов генерировалась бы автоматически по исходному набору изображений.

В рассматриваемом подходе генерации таких идентификаторов (паспортов) изображений используются статистические характеристики, вычисленные по иерархической системе гистограмм яркостной и цветовой составляющим изображения. Идентификатор представляет собой вектор некоторой длины, заведомо значительно меньшей размера самого изображения – примерно на два-три порядка. На Рис.1. приведен пример такого паспорта для изображения “Lena”. Похожесть двух изображений оценивается путем нахождения расстояния между паспортами (векторами), вычисленного по некоторой метрике вида:

$$d_p(h_1, h_2) = \sqrt[p]{\frac{1}{M} \cdot \sum_{i=0}^{M-1} |h_i - h_i^2|^p}, \text{ где } h_1, h_2 - \text{паспорта (гистограммы) двух сравниваемых изображений.}$$

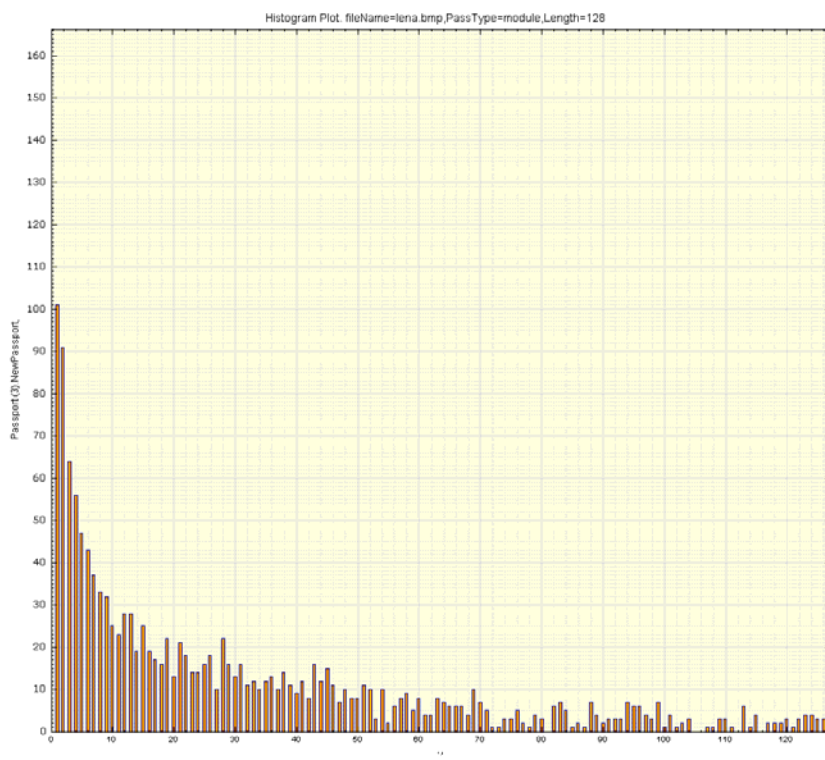


Рис. 1. Паспорт изображения Lena длины 128.

Паспорт изображения строится на основе иерархической системы гистограмм. Гистограммой первого уровня является трехмерная гистограмма совместного появления RGB-компонент цветного изображения, гистограмма второго уровня – это гистограмма первой гистограммы, рассматриваемой как трехмерное изображение и т.д.. В данной работе мы ограничиваемся одномерной гистограммой трехмерной гистограммы цветного изображения, представленного в некотором цветовом пространстве. Для уменьшения динамического диапазона значений гистограмм, мы вычисляем значения гистограммы по некоторому простому модулю. Меняя численное значение модуля, можно построить широкий класс паспортов, различающихся между собой требуемой для их хранения памятью и техническими характеристиками системы распознавания изображений. Выбор модуля влияет как на вероятность правильного распознавания, так и на уровень ложных тревог.

Рассматриваемый подход нахождения двух похожих изображений устойчив к поворотам изображения, смещениям относительно некоторого фона, яркостным и цветовым преобразованиям. Проведенные

эксперименты показали его достаточную эффективность при вышеуказанных преобразованиях исходных изображений.

Достоинства алгоритма:

- Вычислительная быстрота вычисления паспорта
- Размер паспорта несравнимо мал с исходным размером изображения
- Высокая скорость поиска.

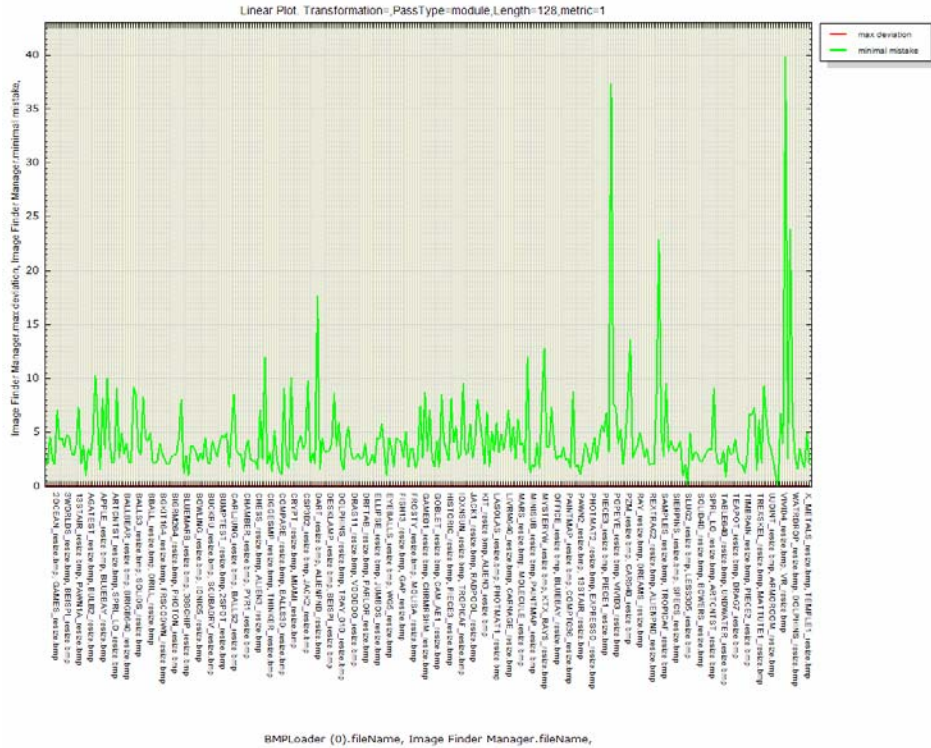


Рис. 2. Минимальные расстояния между каждым изображением и всеми остальными, используется метрика при $p = 1$

Эксперименты проводились на базе данных из 322 изображений. На Рис. 2 показаны расстояния, вычисленные следующим образом: из берется каждое изображение из базы и находятся расстояния от него до всех остальных из этой же базы, среди найденных расстояний берется минимальное, которое и попадает на график для соответствующего изображения. Как видно из графика, практически нет нулевых минимальных расстояний, это означает что каждое изображение будет однозначно найдено в базе по своему паспорту.

Пусть у нас есть база изображений 3D_MODEL. Возьмем VIVID4_resize.bmp и увеличим яркость у нее на 50. Попробуем найти для него самое похожее изображение в базе изображений. Для этого составим следующую таблицу. В первом столбце расстояние от VIVID4_resize.bmp до найденного изображения. Во втором столбце имя найденного изображения, а в третьем его уникальность. Таблица приводится только для первых 10 строк.

Таблица 0-1. Поиск VIVID4_resize.bmp (яркость +50). найденное изображение

расстояние	имя изображения	уникальность
29,75	VIVID4_resize.bmp	100
30,69	RINGS_resize.bmp	57,52
33,84	PLANETS_resize.bmp	93,89
41,48	VR_resize.bmp	59,99
49,45	CHRMBAIS_resize.bmp	30,17
53,53	MAXBLAST_resize.bmp	30,17
55,67	BIRDSH01_resize.bmp	20,42
61,75	JACK2_resize.bmp	20,42
64,19	CSP3D2_resize.bmp	24,76
65,30	BALLS1_resize.bmp	8,62

Видно, что в первой таблице расстояние до первого изображения больше, чем расстояние до первого изображения во второй, а уникальность в первой таблице для первого изображения больше, чем во второй. Во второй таблице видно, что мы нашли оригинал, только восьмым.

Можно сделать вывод, что уникальность - это критерий строгости поиска.

Таким образом, если уникальность первого найденного небольшая, то надо выдавать больше изображений в качестве похожих, и наоборот. Например, будем выдавать 100 / (уникальность первой) изображений.

Попробуем найти fractal243.bmp из базы TestImages среди изображений базы 3D_MODEL, получим следующую таблицу:

Таблица 0-2. Поиск fractal243.bmp.

найденное изображение		
расстояние	имя изображения	уникальность
69,91	VIVID4_resize.bmp	100
85,48	PLANETS_resize.bmp	93,89
98,98	VR_resize.bmp	59,99
109,61	RINGS_resize.bmp	57,52
123,56	CHRMBALES_resize.bmp	5,09
128,45	BIRDSH01_resize.bmp	20,42
131,31	MAXBLAST_resize.bmp	30,17
132,67	CYBER_LO_resize.bmp	44,47
134,33	JACK2_resize.bmp	20,42
134,88	BALLS1_resize.bmp	8,62

Строгость поиска максимальная, но изображения далеки друг от друга. Значит, выдаем пользователю одно изображение VIVID4_resize.bmp, и сообщаем, что оно очень плохо похоже на fractal243.bmp. Критерии “плохо похоже” или “очень похоже” можно заранее оговорить.

Рассматриваемый алгоритм позволяет легко и быстро сравнить два изображения по оценке статистики их цветосложности. Он не претендует на универсальность применения и, в общем случае, требует доработки для задачи нахождения всех изображений похожих на предъявляемое изображение.

