Использование визуальных особенностей восприятия компонент цветовой модели HSI при поиске изображений по содержанию

©Волосных Д.Ф.

МГТУ им. Н. Э. Баумана dmitry.volosnykh@gmail.com

Аннотация

В данной работе представлены результаты участия системы PIRS в дорожке поиска изображений по визуальному подобию в рамках семинара РОМИП'2010. Представлены базовые соображения, основанные на визуальных свойствах компонент цветовой модели HSI. Предлагается способ устранения проблемы с точкой разрыва компоненты цветового тона.

1 Введение

Развитие аппаратной базы вычислительных машин уже сегодня позволяет хранить большие коллекции изображений разного характера. Поиск необходимых изображений через просмотр пусть даже их пиктограмм стал утомительным занятием. Необходимы какие-то средства автоматического извлечения искомых изображений. Одним из таких средств является поиск изображений по содержанию (по визуальному подобию), когда пользователем предоставляется изображение-образец.

2 Описание системы

2.1 Выбор цветовой модели

HSI — цилиндрическое представление цветовой модели RGB, состоящее из трёх компонент: цветовой тон (hue), насыщенность (saturation), интенсивность (intensity). Выбор цветовой модели HSI обусловлен тем, что её компоненты ближе к понятиям, которыми фигурирует человек при описании характеристик того или иного цвета. К тому же, каждая из компонент независима от остальных двух [1]. По этим причинам цветовая модель HSI часто используется в алгоритмах компьютерного зрения.

2.2 Наблюдаемые свойства цветовой модели HSI

При работе с тестовой коллекцией из фотографий без единой темы и разного качества (ROMIP_FLICKR'08) были замечены следующие особенности.

Для всего изображения компонента цветового тона даёт хоть и грубое — представление о наличии и положении областей, соответствующих некоторой поверхности, например, имеющей один цвет, но неравномерное освещение из-за собственной конструкции. Или же поверхность может иметь точки близких (хотя на самом деле разных) цветов вследствие фактурного шума (артефакты кожи человека, царапины и другие мелкие дефекты на чём-либо и т.п.) или шума, вызванного технологическими недостатками датчика, с помощью которого формировалось изображение. Т.о. различия цветовых тонов для разных точек таких поверхностей существенно меньше различий в их цвете. Компонента интенсивности, в свою очередь, сохраняет детали изображения. Её иногда используют при применении методов обработки полутоновых изображений. И, наконец, компонента насыщенности выделяет контуры и границы, а также, интуитивно, придаёт изображению ощущение объёма.

В качестве хорошего примера перечисленных явлений можно привести изображение 0000010/255875412.jpg (см. Рис. 1).



(a)

(b)



Рис. 1: Пример удачного представления изображения в цветовой модели HSI. (а) Исходное цветное RGB-изображение 00000010/255875412.jpg. HSI-компоненты изображения: (b) цветовой тон, (c) насыщенность, (d) интенсивность.

Сто́ит обратить внимание на область губ дамы весьма недурной наружности на этом изображении: на Рис. 1b хорошо заметны участки с существенно различными значениями компоненты цветового тона, хотя на исходном изображении (Рис. 1a) очевидна однородность цветового тона губ. В разделе 2.3.2 рассказывается, как можно бороться с этой проблемой.

Понятно, что при работе с полутоновыми изображениями существенна лишь компонента интенсивности.

2.3 Индексируемые признаки изображений

Наблюдения, изложенные в разделе 2.2, приводят к следующим соображениям.

2.3.1 Признак на основе компоненты цветового тона

Для компоненты цветового тона целесообразно попробовать использовать признак, аналогичный предлагаемому в статье [2] признаку MPEG-7 CLD (Color Layout Descriptor). В рамках данного эксперимента был разработан и применён признак HLD (Hue Layout Descriptor), основная идея которого полностью заимствована у MPEG-7 CLD (за исключением применения дискретного преобразования косинусов и нелинейного квантования его коэффициентов):

- исходное изображение делится регулярной сеткой на 64 блока (8 в длину и 8 в ширину);
- 2. для каждого блока находится среднее арифметическое цветового тона.

Получившиеся 64 числа и составляют признак HLD. Для определения расстояния между двумя такими признаками использовалась формула, так же подсмотренная в [2], но без извлечения квадратного корня:

distHLD
$$(h', h'') = \sum_{i} w_i \cdot \text{distHue}^2 (h'_i, h''_i),$$
 (1)

где $h^\prime,h^{\prime\prime}-$ признаки HLD, w_i - весовые коэффициенты каждого из блоков.



Рис. 2: Пример проблемы компоненты цветового тона модели HSI. (a) Исходное цветное RGB-изображение 00000010/255886715.jpg. (b) компонента цветового тона того же изображения в цветовой модели HSI (обратите внимание на левый верхний угол).

2.3.2 Построение функции distHue

Необходимость вводить функцию расстояния distHue вместо модуля разницы обусловлена тем, что значение цветового тона принадлежит отрезку $[0, H_{max}]$ (например, $H_{max} \in \{1, 2\pi, 360^{\circ}\}$). Причём, отсчёт начинается от красного тона. Соответственно, близкие тона красного могут иметь существенно различные числовые значения. На данный эффект уже обращалось внимание в разделе 2.2 (см. Рис. 1). Особенно хорошо эту проблему видно на Рис. 2.

Поскольку цветовая модель HSI цилиндрическая, то и 0, и H_{max} отвечают красному тону, т.е. отрезок $[0, H_{max}]$ можно свернуть в окружность, соединив его концы. Для определённости, на Рис. 3 считаем, что цветовые тона h_1 и h_2 таковы: $h_1 \leq h_2$.

На Рис. За область значений цветого тона представлена в виде отрезка. В этом случае функция расстояния между цветовыми тонами имеет вид:

$$\Delta h_{12} = \Delta (h_1, h_2) = |h_1 - h_2|, \qquad (2)$$

что соответствует отрезку, изображённому пунктирной линией. При таком подходе близкие тона красного могуть иметь сильно различающиеся числовые значения.

На Рис. 3b та же область представлена в виде окружности. В таком случае за расстояние между двумя точками естественнее



Рис. 3: Построение функции distHue. (a) Представление области значений цветого тона в виде отрезка. (b) Представление той же области в виде окружности.

брать длину кратчайшей из двух дуг, на которые они разбивают окружность. На рисунке это, очевидно, сплошная дуга. Тогда:

distHue
$$(h_1, h_2) = \min \{\Delta h_{12}, H_{max} - \Delta h_{12}\}.$$
 (3)

К сожалению, с точки зрения наглядности (при просмотре полутонового изображения, соответствующего компоненте цветового тона) устранение этого недостатка не представляется возможным. Однако, это не мешает нам использовать выработанную функцию 3 для более корректной оценки близости цветовых тонов.

2.3.3 Признак на основе компоненты интенсвности

Для компоненты интенсивности признак IHM (Intensity Histogram Moments) формировался существенно проще: строилась гистограмма интенсивностей, для которой вычислялись первые три момента. Для оценки расстояния в таком пространстве признаков использовалась простая формула:

distMoments
$$(\mu', \mu'') = \sum_{i=1}^{3} v_i \cdot |\mu'_i - \mu''_i|,$$
 (4)

где μ',μ'' — признаки IHM, v_i - весовые коэффициенты каждого из моментов.

2.3.4 Слияние данных

После того, как расстояния между всеми признаками рассматриваемой пары изображений I', I'' вычислены, они используются наиболее распространённым образом:

dist
$$(I', I'') = u_1 \cdot \text{distHue}(h', h'') +$$

+ $u_2 \cdot \text{distMoments}(\mu', \mu''),$ (5)

что является слиянием с весовыми коэффициентами u_i для каждого пространства признаков.

Итак, получена конечная функция для определения расстояния между парой изображений.

3 Результаты эксперимента

По результатам эксперимента (см. Рис. 4, 5) видно, что лидирующие позиции занимают участники xxxx-1 и xxxx-6 в то время как система PIRS показывает, как правило, средние результаты. Это говорит об адекватности выбранного подхода к задаче поиска изображений по содержанию, хотя, очевидно, предстоит большая работа по улучшению качества поиска.

4 Дальнейшие планы

Пользуясь наблюдениями раздела 2.2 и выводами в статье [3], в будующем планируется попробовать применить к компоненте насыщенности, как к полутоновому изображению, один из алгоритмов, учитывающих профиль яркости уровня изображения.

5 Заключение

Как и в труде [4] стоит обратить внимание на то, что подавляющее большинство систем-участников демонстрируют низкие абсолютные показатели. Поэтому проблема поиска изображений по содержанию остаётся открытой.



Рис. 4: Результаты систем-участников (начало).



Рис. 5: Результаты систем-участников (продолжение).

Список литературы

- Р. Гонсалес, Р. Вудс, Цифровая обработка изображений, Москва: Техносфера, 2000.
- [2] E. Kasutani, A. Yamada, The MPEG-7 Color Layout Descriptor: A Compact Image Feature Description For High-Speed Image-Video Segment Retrieval, IEEE conference, pp.674–677, 2001.
- [3] А. Мельниченко, А. Гончаров, ЛММИИ на РОМИП-2009: Методы поиска изображений по визуальному подобию и детекции нечетких дубликатов изображений, РОМИП'2009, стр.108–121, 2009.
- [4] Д. Н. Крешихин, Поиск изображений по визуальному подобию на основе цветовой модели HSV, РОМИП'2009, стр.83– 88, 2009.

Exploiting visual perception properties of HSI color model components in content-based image retrieval.

©D. F. Volosnykh

Abstract

This paper presents results of participation in contentbased image retrieval track at ROMIP'2010. Basic conclusions based on visual perception properties of HSI color model components are discussed. Solution of jump discontinuity issue with hue component is offered.