

Поиск изображений

Лекция 11

История вопроса

- Термин «Content-based image retrieval» (CBIR) впервые был введен в употребление в 1992 году Т. Като
- Компания [Picsearch](#) выпустила первую публичную версию поиска по изображениям в сентябре 2001 года.
- В июле того же года запустил свой [поиск по картинкам Google](#).
- [Яндекс.Картинки](#) официально открылись в июле 2002 года, став первым российским поисковиком, ищущим изображения.
- В ноябре 2003 г. Yahoo! добавил справа от поисковой строки меню с опцией [поиска по изображениям](#) в том числе.

Яндекс 2015



Исходная картинка
379×567

Таких же картинок не найдено

Похожие картинки



Яндекс 2016





Яндекс 2017



Яндекс 2018

Яндекс

 Загруженная картинка 



Найти

Поиск **Картинки** Видео Карты Маркет Новости Переводчик Музыка Ещё

Моя лента Мои коллекции Темы  Мне нравится  Добавить карточку Ещё 

 Вернуться назад



Исходная картинка
379×567

Эта картинка в других размерах

Средние	Маленькие
379×567	200×200
	200×200
	200×200
	180×240
	130×129
	100×100

Кажется, на картинке

женщина

Яндекс 2018 -- продолжение

Похожие картинки



Сайты, где встречается картинка



Демяненко Яна Михайловна, домашняя страница - Демяненко Яна Михайловна

staff.mmcs.sfedu.ru

Демяненко Яна Михайловна, домашняя страница - Демяненко Яна Михайловна



Исходная картинка
667x1000

Эта картинка в других размерах

379x567

376x376

Кажется, на картинке

женщина

яна демьяненко

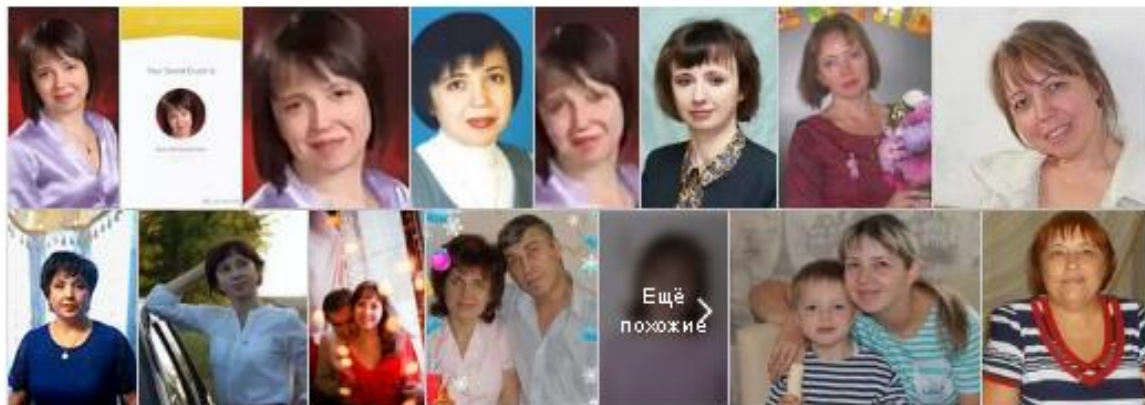
михайловна

самородова любовь анатольевна

маргарита колесникова белгород

Яндекс 2019

Похожие картинки



Ещё
похожие >

Яндекс 2019 -- продолжение

Сайты, где встречается картинка



[Демяненко Яна Михайловна, домашняя страница - Демяненко Яна Михайловна](#)

[staff.mmc.sfedu.ru](#)

Демяненко Яна Михайловна, домашняя страница - Демяненко Яна Михайловна



[Demyanenko Yana, homepage - Demyanenko Yana](#)

[staff.mmc.sfedu.ru](#)

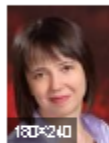
Demyanenko Yana, homepage - Demyanenko Yana



[Research](#)

[sfedu.ru](#)

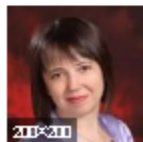
Yana M. Demyanenko



[Кафедра прикладной математики и программирования](#)

[sfedu.ru](#)

Демяненко Яна Михайловна



[4 курс ФИИТ\) Компьютерная графика - ФИИТ, 4 курс - Форум мехмата ЮФУ](#)

[forum.mmc.sfedu.ru](#)

4 курс ФИИТ) Компьютерная графика

[Все результаты](#)[Картинки](#)[Карты](#)[Покупки](#)[Ещё ▾](#)[Инструменты поиска](#)

Совет: введите описание изображения в строке поиска.



Размер изображения:
379 × 567

Изображения других размеров не найдены.

[Похожие изображения](#) - [Пожаловаться на картинки](#)





Размер изображения:
379 × 567

Изображения других размеров не найдены.

Google 2015

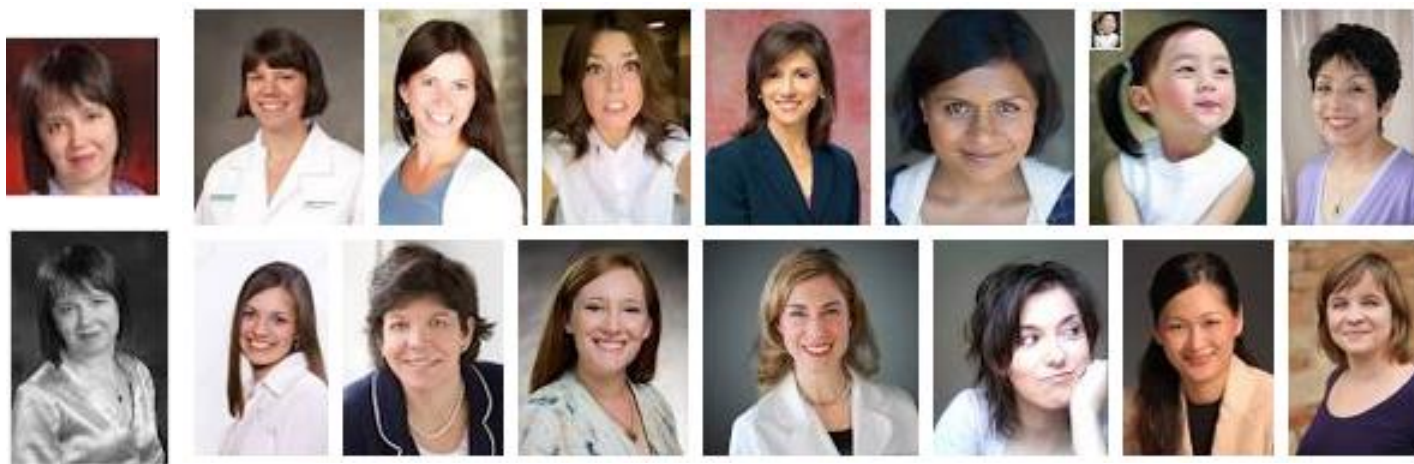
Совет: введите описание изображения в строке поиска.

Похожие изображения

[Пожаловаться на картинки](#)



Google 2016



Google 2017



Размер изображения:
379 × 567

Изображения других размеров не найдены.

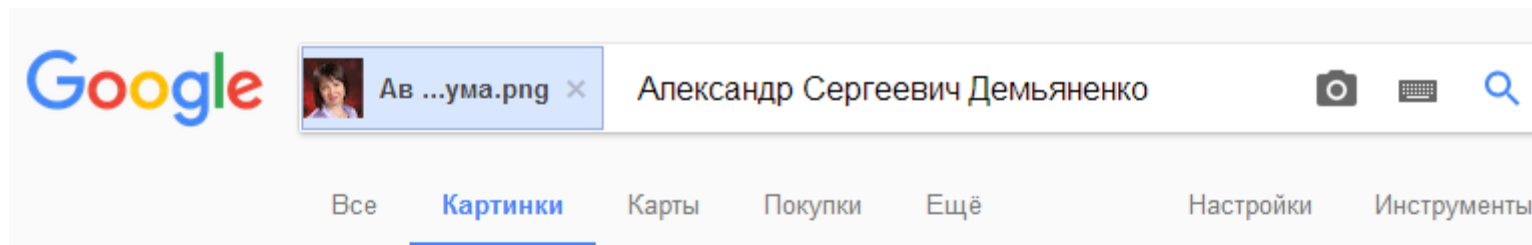
Скорее всего, на картинке *[Александр Сергеевич Демьяненко](#)*

Похожие изображения



[Пожаловаться на картинки](#)

Google 2017



Результатов: примерно 25 270 000 000 (0,91 сек.)



Размер изображения:
379 × 376

Изображения других размеров не найдены.

Скорее всего, на картинке [Александр Сергеевич Демьяненко](#)

Похожие изображения



[Пожаловаться на картинки](#)

Google 2018



Дл ...тов.JPG x

Математика



Все

Картинки

Карты

Покупки

Ещё

Настройки

Инструменты

Результатов: примерно 3 (0,87 сек.)



Размер изображения:
379 × 567

Изображения других размеров не найдены.

Скорее всего, на картинке **Математика**

Похожие изображения



Google 2018 -- продолжение

Страницы с подходящими изображениями

Виталий Брагилевский (@_bravit) | Twitter



https://twitter.com/_bravit ▼

73 × 73 - The latest Tweets from Виталий Брагилевский (@_bravit). Преподаватель в #ОФУ, читаю курсы по ФП (Haskell, Idris) и теоретической информатике, пишу разное, иногда шучу (не очень). Ростов-на-Дону, Россия.

Белоконь (@Katamarinaki) | Twitter



<https://twitter.com/katamarinaki> ▼

73 × 73 - The latest Tweets from Белоконь (@Katamarinaki). русские оказались неуязвимы перед генетическим оружием. Ростов-на-Дону.

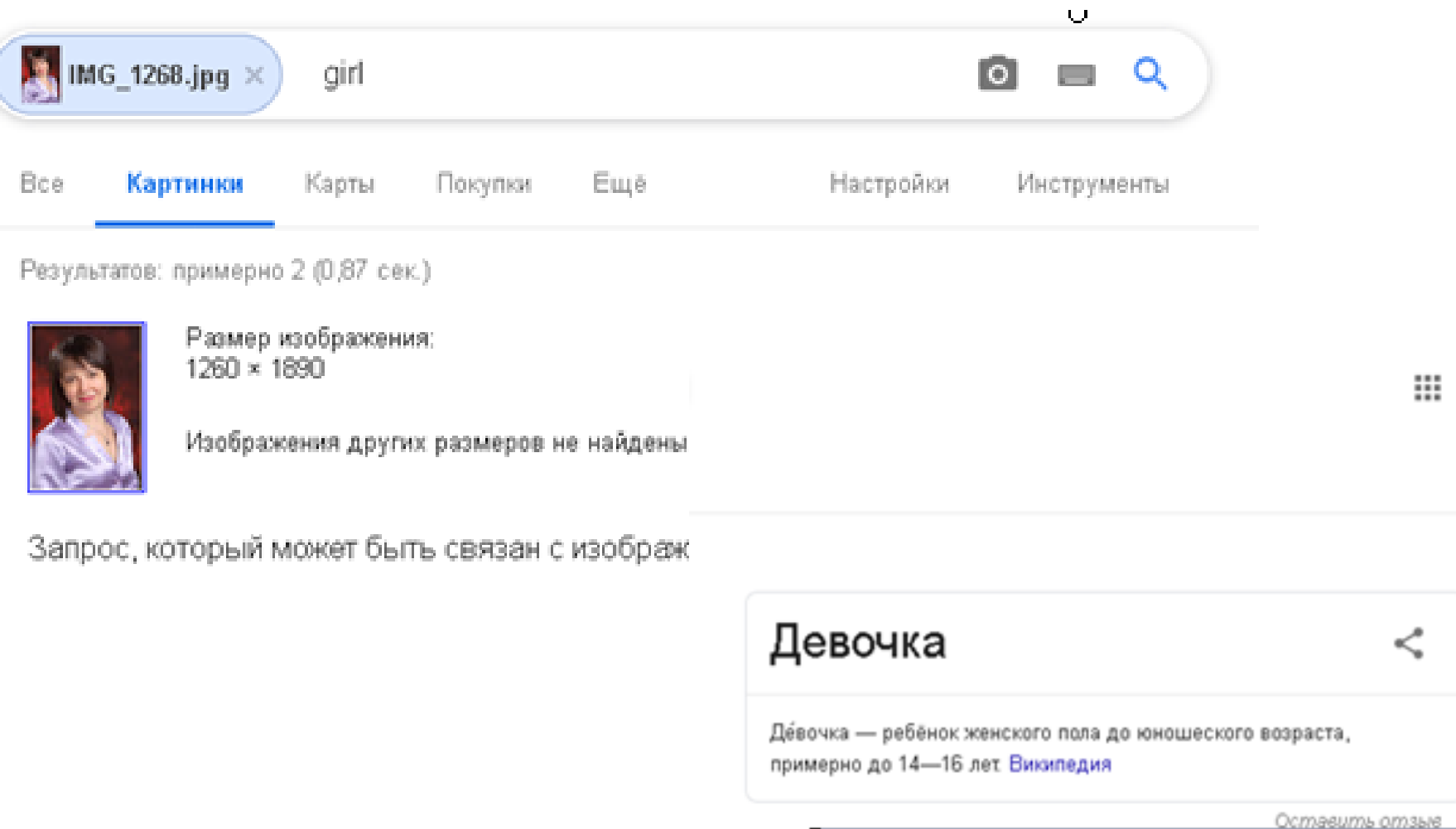
Распределение по научным руководителям 2016/2017 ...



[docplayer.ru/48342556-Raspredelenie-po-nauchnym-rukovoditelyam-201...](https://docplayer.ru/48342556-Raspredelenie-po-nauchnym-rukovoditelyam-2016-2017) ▼

379 × 567 - Распределение по научным руководителям 2016/2017 Руководство для студентов направления «Фундаментальная информатика и информационные технологии» Содержание 1 Введение Научно-исследовательская работа.

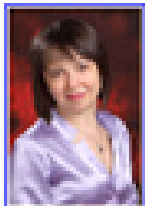
Google 2019



IMG_1268.jpg x girl

Все **Картинки** Карты Покупки Ещё Настройки Инструменты

Результатов: примерно 2 (0,87 сек.)

 Размер изображения:
1260 × 1890

Изображения других размеров не найдены

Запрос, который может быть связан с изображ

Девочка

Дéвочка — ребёнок женского пола до юношеского возраста, примерно до 14—16 лет. [Википедия](#)

[Оставить отзыв](#)

Google 2019 -- продолжение

Похожие изображения



[Пожаловаться на картинки](#)

Россия

● **Советский р-н, Ростов-на-Дону** - Из вашей истории поиска - Учитывать мое местоположение - Подробнее...

Реверсивный поиск изображений

- **Google** – не первая компания, предложившая открытый универсальный реверсивный поиск изображений.
- До запуска гугловского проекта лидерами в этой области были, пожалуй, онлайн-сервисы канадской компании **Idee**.
 - Базовая технология данной службы – поисковая машина **Piximilar**, на базе которой и разрабатываются конкретные продукты. Соответствующий API на коммерческих условиях предлагается и для сторонних проектов.
- лучшими универсальными машинами для реверсивного поиска изображений на сегодняшний день являются сервисы от **Google** и **TinEye**

Системы поиска изображений по содержанию

- Порядка 50 (подробный список) \approx 25 коммерческие + 25 открытые
- http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_CBIR_Engines

Потенциальные области применения алгоритмов поиска по содержанию:

- Поиск изображений в сети интернет
- Каталогизация изображений произведений искусства
- Организация работы с архивами фотографических снимков
- Организация каталогов розничной продажи товаров
- Медицинская диагностика заболеваний
- Предотвращение преступлений и беспорядков
- Военно-оружейное применение
- Вопросы контроля за распространением интеллектуальной собственности
- Получение информации о местоположении удаленных зондов и географическое позиционирование
- Контроль за содержимым массивов изображений

Что запрашивает пользователь?

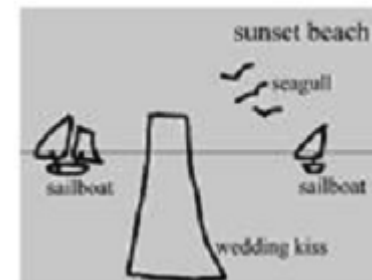
- Запрос в виде атрибутов/текстового описания изображения



- Запрос в виде некоторой характеристики содержимого
Гистограмма цветов

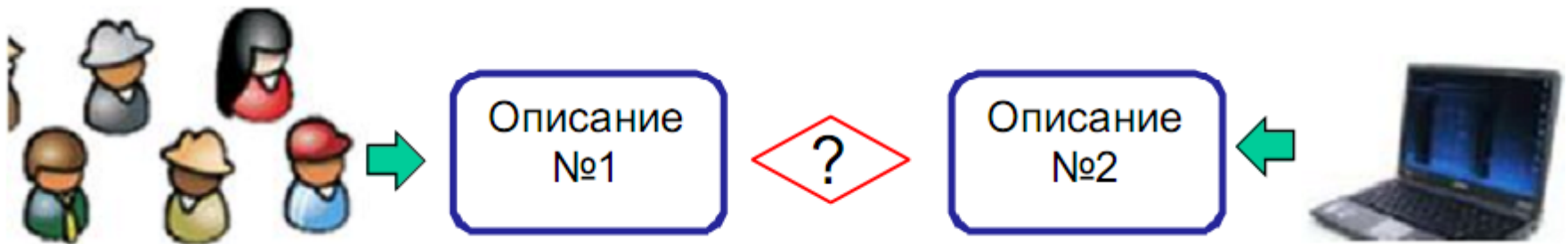


- Запрос в виде рисунка-наброска



Semantic Gap – Семантический Разрыв

- Запрос в виде изображения-примера («найди то же самое», «найди похожее изображение»)
- Что имел пользователь в виду?
- Что значит «похожее изображение»?
- «Семантический разрыв» – несовпадение информации, которую можно извлечь из визуальных данных, и интерпретацией тех же самых данных со стороны пользователя



Что значит похожее?

- Похожее по каким-то характеристикам, например, по цвету

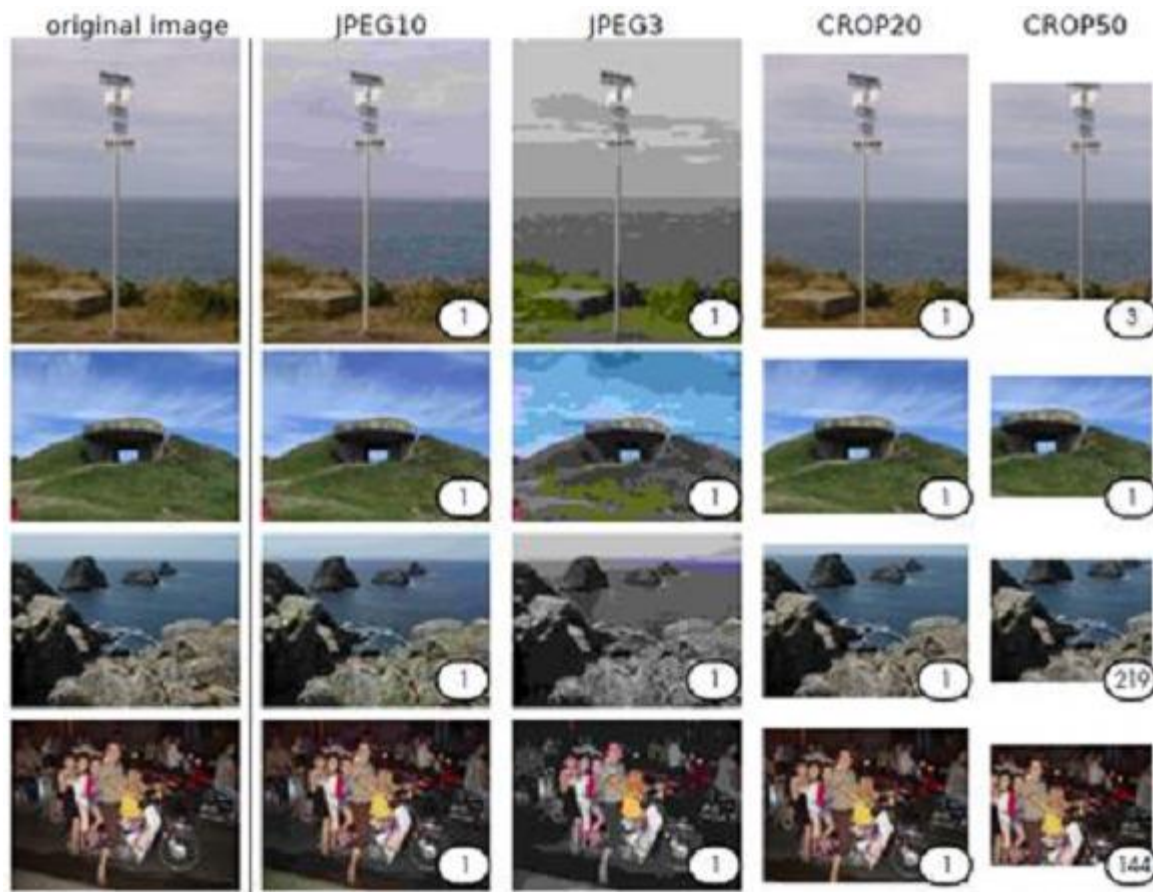


Запрос



Что значит похожее?

- Полудубликаты (Near-duplicates) – слегка измененная версия изображения (ракурс, цвета)



Что значит похожее?

- Тот же самый объект или сцена («Object retrieval») Большие вариации ракурсов, фона, и т.д., чем при поиске полудубликатов



Что значит похожее?

- Похожие визуально по геометрии сцены с учетом ракурса (могут быть разные по назначению)



Кухня



Приемная



Бар



Автобус



Самолет



Зал

Что значит похожее?

- «Category-level classification» - изображения одного класса

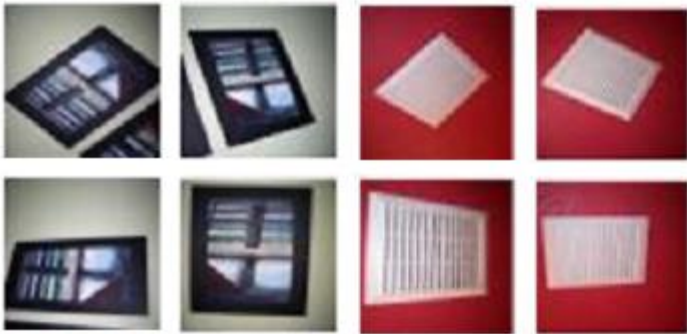


Пример – банкетный зал.

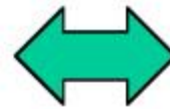


Например, 256 классов из
базы Caltech 256

Анализ постановок задач

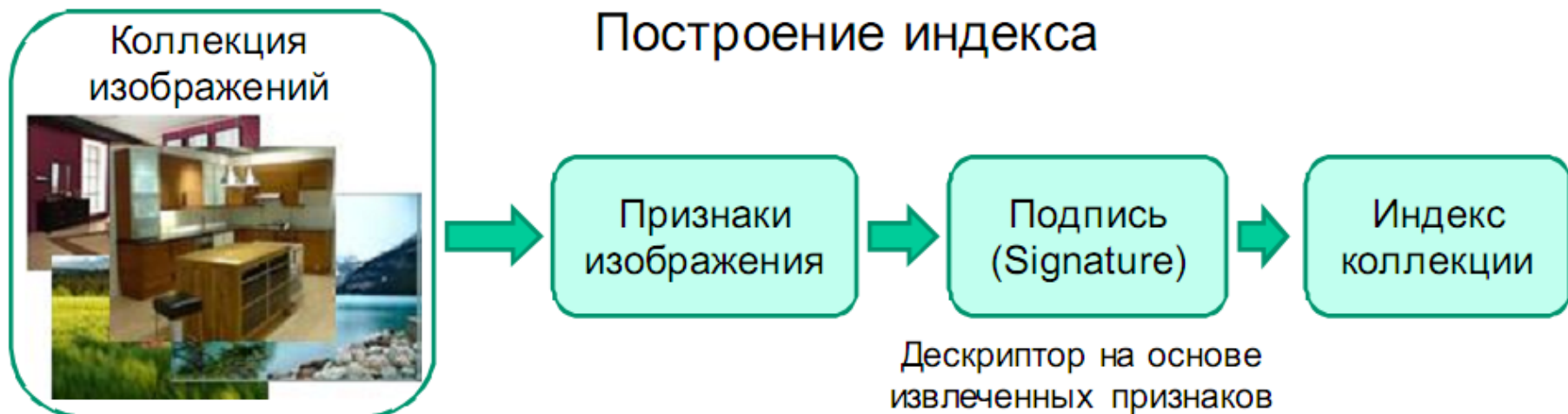


Визуальное подобие



Семантическое подобие

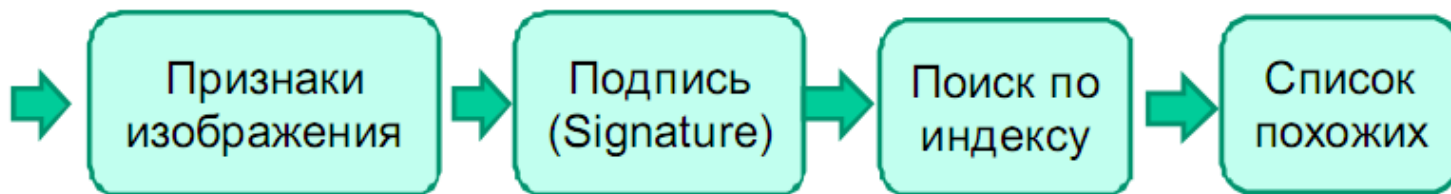
Общая схема поиска изображений



Тестовое изображение



Тестирование



Ищем ближайших соседей по выбранной метрике

Какие картинки более схожи между собой?

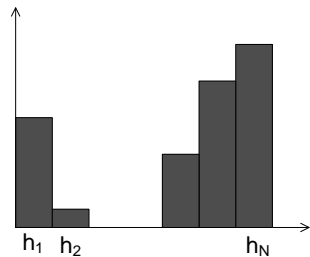


Характеристики сходства изображений

Основные группы:

1. Цветовое сходство
2. Текстурное сходство
3. Сходство формы
4. Дескрипторы изображений
5. Сходство объектов и отношений между объектами

Цвет



Мат. ожидание, дисперсия, 3-й момент:
для каждого цветового канала

$$F(I) = (h_1^I, h_2^I, \dots, h_N^I)$$

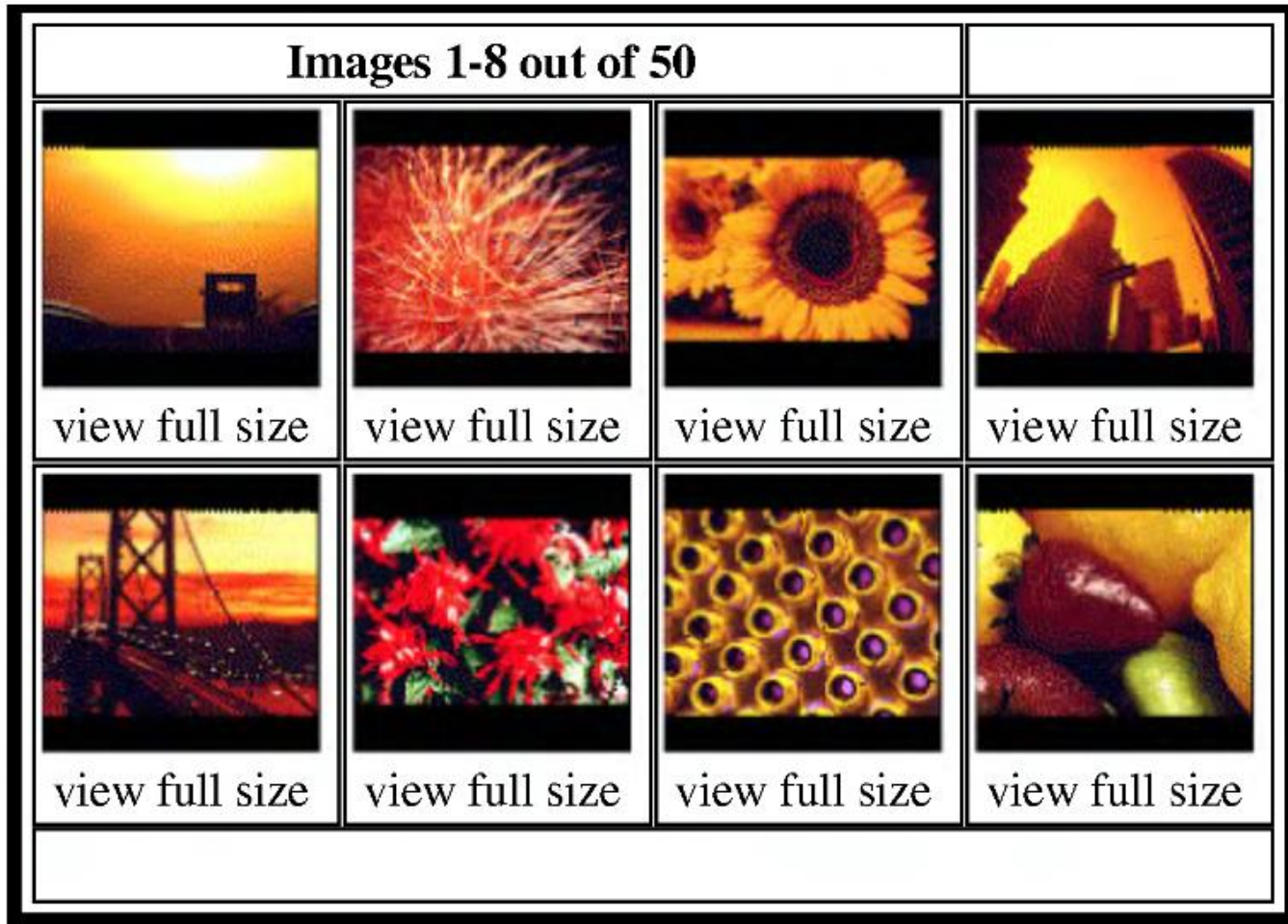
Метрики: L_1, L_2, L_∞

$$F(I) = (E_1^I, E_2^I, E_3^I, \\ \sigma_1^I, \sigma_2^I, \sigma_3^I, \\ s_1^I, s_2^I, s_3^I)$$

Метрики: $\sim L_1$

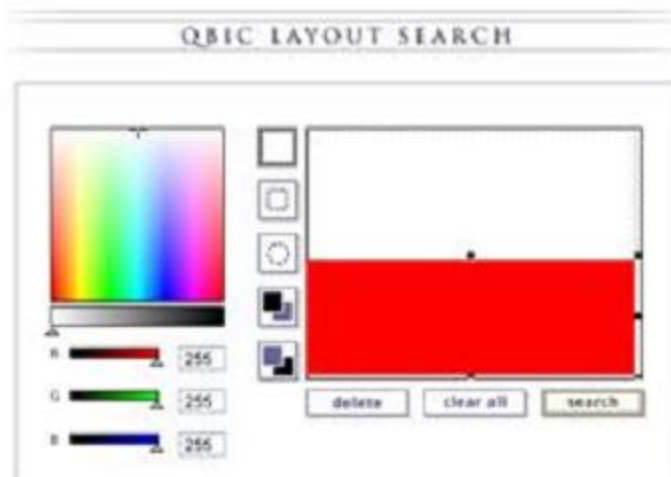
Stricker M., Orengo M. Similarity of Color Images. Proceedings of the SPIE Conference, vol. 2420, p. 381-392, 1995

ЦВЕТОВОЕ СХОДСТВО



Результат выполнения запроса системой QBIC (1995):
40% красного, 30% жёлтого, 10% чёрного

QVIC: Пример использования



1) Vase of Flowers

Huysum, Jan van Early 18th century



2) Seascape with Venice in the Distance

Cottes, Charles Circa 1896



3) Boats on a Sea Shore

Goyen, Jan Jozefsz van 1641



4) Avenue in a Park

Watteau, Antoine Circa 1715



5) Bird Perching on a Rose Twig

UNKNOWN 18th century



6) Old Woman with a Spindle

Watteau, Antoine 1710s



7) Interiors of the New Hermitage, The Room of Russian Sculpture

Premazzi, Luigi 1854



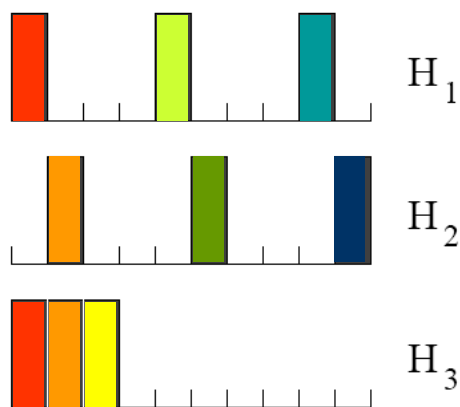
8) Allegory of George I, King of England

Vanloo, Carle (Charles-Andre) 1736

Качество работы системы понятно. Но первая!

Цветовые гистограммы – недостатки

1. Не учитывается схожесть цветов:



$$d(H_1, H_2) > d(H_1, H_3)$$

$$d(H_1, H_2) = \sqrt{(H_1 - H_2) \cdot A \cdot (H_1 - H_2)^T}$$

A – матрица с коэффициентами
«схожести» цветов

Niblack W., Barber R., et al. The QBIC project: Querying images by content using color, texture and shape. In IS&T/SPIE International Symposium on Electronic Imaging: Science & Technology, Conference 1908, Storage and Retrieval for Image and Video Databases, Feb. 1993

QBIC (1995)

- «Query By Image Content»
- Самая первая система CBIR
- Изображения сравниваются по набору признаков
 - Цветовая гистограмма
 - Выделенные вручную объекты и признаки их формы (размер, площадь, количество)
- ~10000 изображений в базе

$$d_{hist}(I, Q) = (h(I) - h(Q))^T A (h(I) - h(Q))$$

M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petkovic, D. Steele, and P. Yanker. Query by image and video content: the QBIC system. IEEE Computer, 28(9):23–32, 1995.

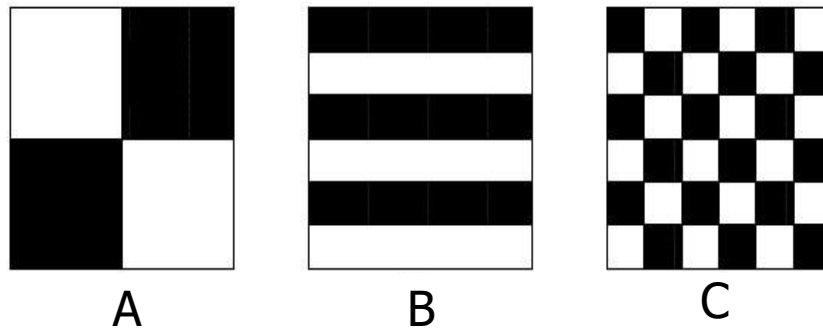
Idee Multicolor Search Lab

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Idee Multicolor Search Lab' website. The browser's address bar shows the URL 'labs.ideeinc.com/multicolor?colors=ff0000,000000,weights=50,50'. The website header includes the 'idée' logo and the text 'Multicolor Search Lab'. Navigation links for 'Idee Labs', 'FAQ', 'Feedback', 'Idee Blog', and 'Idee Inc.' are visible in the top right.

The main content area features a large grid of images filtered by yellow and black. To the right of the grid is a color selection interface. It includes a vertical color bar and a section titled 'Your search colours' which shows two color swatches: a yellow swatch labeled '50%' and a black swatch labeled '50%'. Below the grid, there are navigation arrows and the text 'Previous 1 Next'. A paragraph of text explains the search technology: 'We extracted the colours from 10 million of the most "interesting" Creative Commons images on Flickr. Using our Piximilar visual search technology you can search the collection by colour. Check out the FAQ. Have feedback?'. At the bottom, there are social media icons for Facebook, Twitter, and Dribbble, along with copyright information: '59,044,701 images provided by Flickr. Multicolor Search Lab © 2011 Idee Inc. This demo uses the Flickr API but is not endorsed or certified by Flickr.'

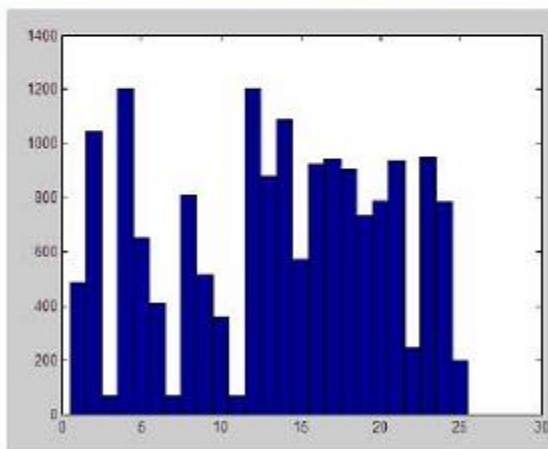
Цветовые гистограммы – недостатки

2. Не учитывается пространственное расположение цветов:

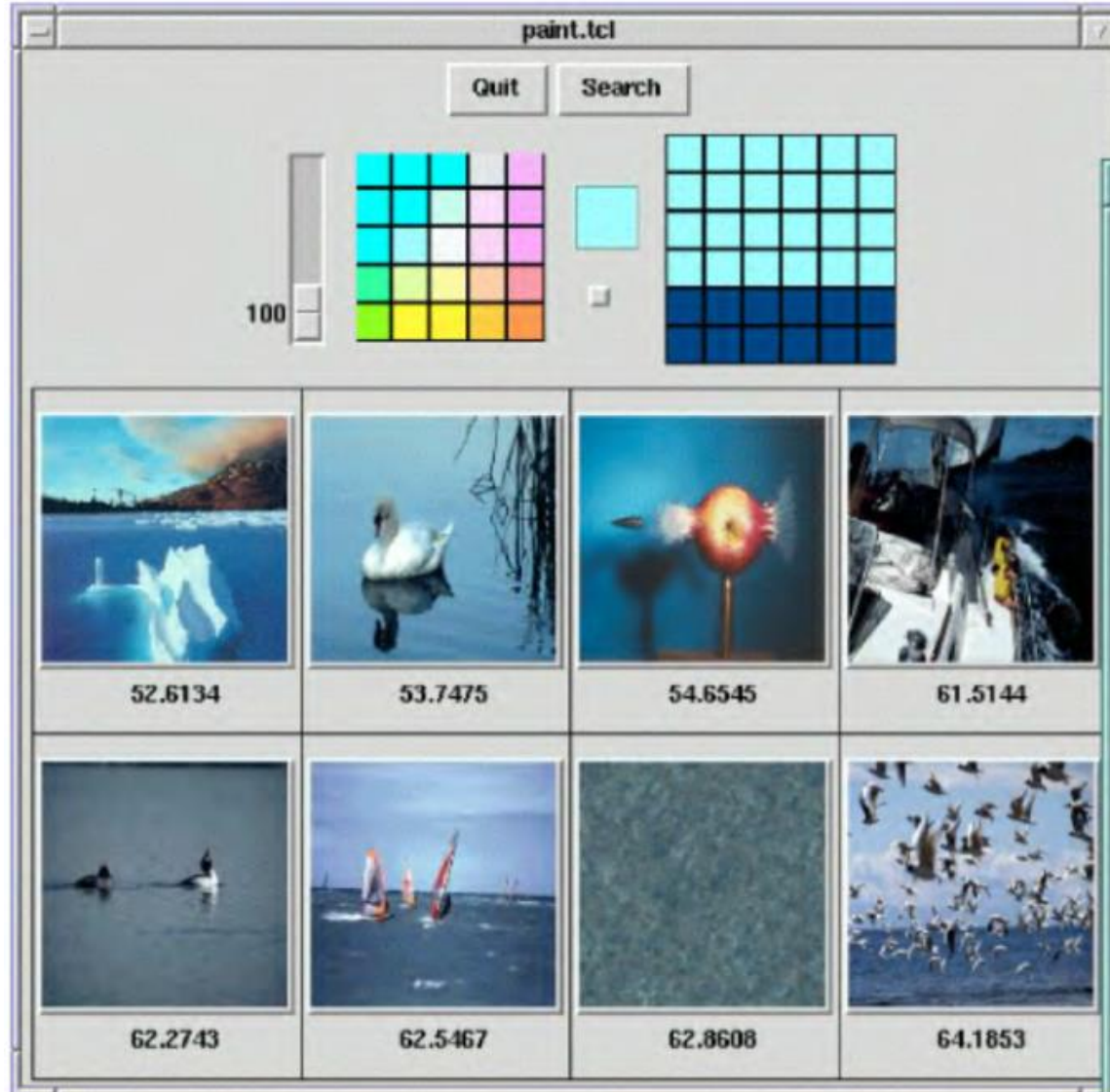


$$H_A = H_B = H_C$$

Чья гистограмма?



Запрос на основе закрашенной сетки










Мера расстояния на основе цветового макета (color layout) для закрашенной сетки

$$d_{gridded_color}(I, Q) = \sum_g \hat{d}_{color}(C^I(g), C^Q(g))$$

Способы представления цветов клеток сетки

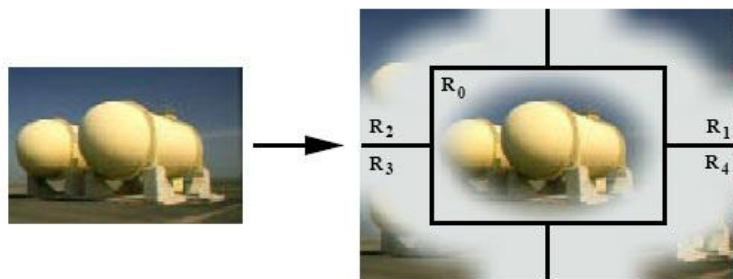
- Среднее значение цвета в пределах клетки сетки
- Среднее значение и среднеквадратическое отклонение цвета
- Многоразрядная цветовая гистограмма

Результаты поиска, выполненного системой QVIS с использованием меры расстояний на основе цветового макета

Images 1-8 out of 41				
				
view full size	view full size	view full size	view full size	
				
view full size	view full size	view full size	view full size	
Columns:				Rows:

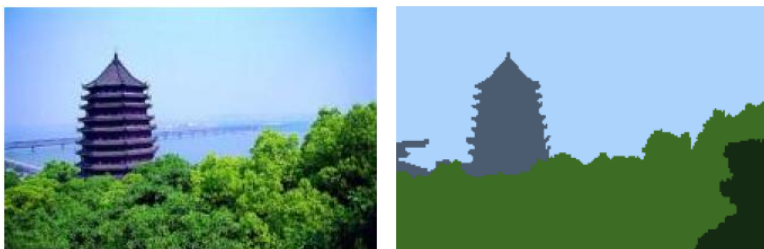
Пространственное расположение цветов

- Разбиение изображения на фиксированные блоки
- «Нечеткие области»

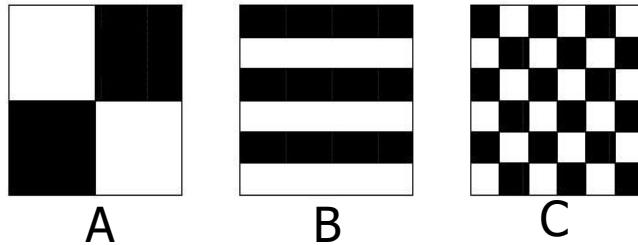


Stricker M., Dimai A. Spectral Covariance and Fuzzy Regions for Image Indexing. Machine Vision and Applications, vol. 10., p. 66-73, 1997

- Сегментация



Цветовые гистограммы – недостатки



$$H_A = H_B = H_C$$



img239

```

(160, 160, 160, 0.2425520833333333,77,99);
(224, 224, 224, 0.2184895833333333,60,65);
(32, 32, 96, 0.2080208333333333,81,13);
(32, 96, 160, 0.1088541666666666,7,88,41);
(32, 96, 96, 0.0799479166666666,78,30);
(96, 96, 96, 0.0706770833333333,120,78);
(160, 160, 224, 0.0302604166666666,64,87);
(32, 32, 32, 0.0139583333333333,126,83);
(160, 224, 224, 0.0107291666666666,67,77);
    
```

$$f_i^A = (a_i, b_i, c_i, weight_i^A, x_i^A, y_i^A)$$

$i = 1..N$ – число цветов;

(a_i, b_i, c_i) – параметры цвета i ;

$weight_i$ – количество цвета i на изображении A ;

(x_i, y_i) – координаты центра цветового пятна.

Васильева Н., Новиков Б. Построение соответствий между низкоуровневыми характеристиками и семантикой статических изображений. Труды RCDL'2005.

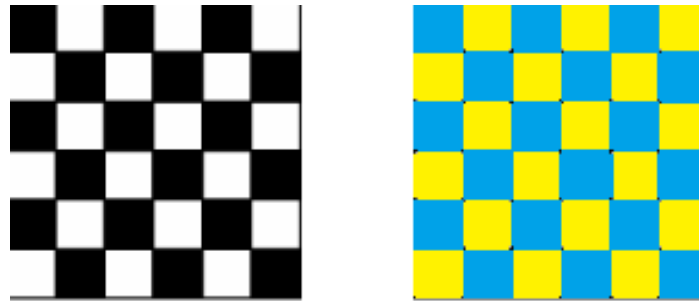
Характеристики сходства изображений

Основные группы:

1. Цветовое сходство
2. Текстурное сходство
3. Сходство формы
4. Дескрипторы изображений
5. Сходство объектов и отношений между объектами

Текстурное сходство

- Одинаковое пространственное распределение цветов
- Значения цветов изображений могут не совпадать



Рассматриваемые характеристики

- Представление текстуры -- Вектор текстурного описания
 - Пятикомпонентный вектор Харалика (Энергия, Энтропия, Контраст, Однородность, Корреляция)
 - Девятикомпонентный вектор, соответствующий энергетическим текстурным характеристикам Лавса
- Определение сходства с учетом выбранного представления текстуры

Матрицы смежности: характеристики Харалика

Статистические параметры, вычисленные по матрицам:

$$Energy = \sum_i \sum_j C^2(i, j) \quad - \text{минимален, когда все элементы равны}$$

$$Entropy = - \sum_i \sum_j C(i, j) \log_2 C(i, j) \quad - \text{мера хаотичности, максимален, когда все элементы равны}$$

$$Contrast = \sum_i \sum_j (i - j)^2 C(i, j) \quad - \text{мал, когда большие элементы вблизи главной диагонали}$$

$$Inverse\ Difference\ Moment = \sum_i \sum_j \frac{C(i, j)}{1 + (i - j)^2} \quad - \text{мал, когда большие элементы далеки от главной диагонали}$$

$$Correlation = \frac{\sum_i \sum_j (i - \mu_i)(j - \mu_j) N_d(i, j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

Использование меры расстояния на основе энергетических текстурных характеристик Лавса

L5E5/E5L5

L5S5/S5L5

L5R5/R5L5

E5E5

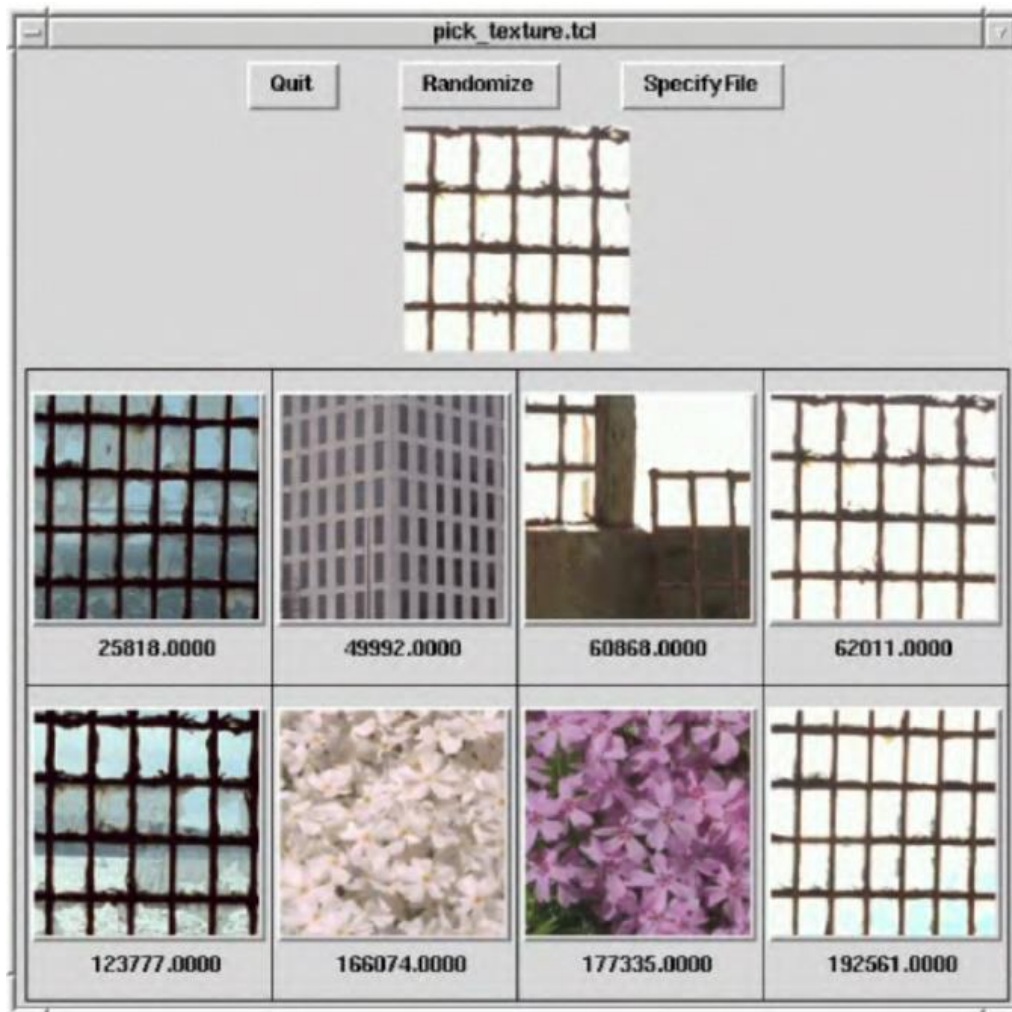
E5S5/S5E5

E5R5/R5E5

S5S5

S5R5/R5S5

R5R5



Признаки Tamura

Характеристики, существенные для зрительного восприятия:

- Зернистость (coarseness)
- Контрастность (contrast)
- Направленность (directionality)
- Линейность (line-likeness)
- Регулярность (regularity)
- Грубость (roughness)

Tamura image:

Coarseness-coNtrast-Directionality – точки в трехмерном пространстве CND

Признаки:

- Евклидово расстояние в 3D (QBIC)
- 3D гистограмма (Mars)

Банки текстурных фильтров

- Фильтры Габора
- Признаки Хаара

Меры текстурного сходства

- Расстояние от выбранного образца

$$d_{pick_and_click}(I, Q) = \min_{i \in I} \|T(i) - T(Q)\|^2$$

- Обобщение на случай текстур характеристик на основе закрашенных сеток

$$d_{gridded_texture}(I, Q) = \sum_g \hat{d}_{texture}(T^I(g), T^Q(g))$$

- Расстояние между текстурными гистограммами

Характеристики сходства изображений

Основные группы:

1. Цветовое сходство
2. Текстурное сходство
3. Сходство формы
4. Дескрипторы изображений
5. Сходство объектов и отношений между объектами

Требования к признакам формы

- Инвариантность к параллельному переносу
- Инвариантность к изменению масштаба
- Инвариантность к повороту
- Устойчивость к незначительным изменениям формы
- Простота вычисления
- Простота сравнения

Сходство формы

- Сравнение двух областей:
 - Структурными методами (Методами сопоставления графов)
 - Гистограммы формы
 - Методы сопоставления границ
 - Эскизное сопоставление
 - С помощью методов статистического распознавания образов

Гистограмма формы

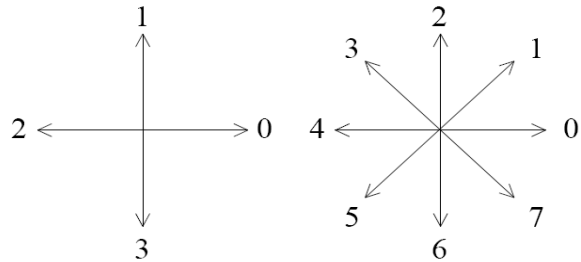
- Способы построения:
 - Проекционное сопоставление
 - По значению угла наклона касательной в каждом граничном пикселе области

Сопоставление границ

- Представление границ:
 - В виде последовательности символов
 - В виде многоугольника методом полигональной аппроксимации
 - Эластичное сопоставление

Цепные коды

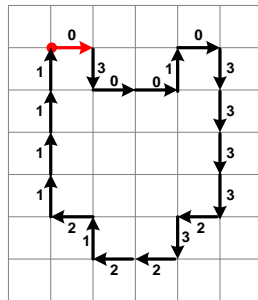
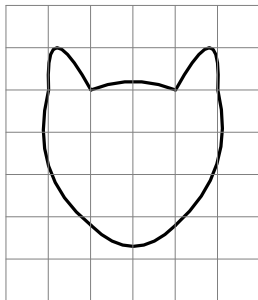
Нумерация направлений для 4-связного и 8-связного цепных кодов:



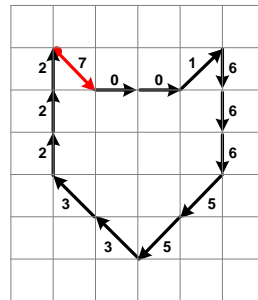
А: 03001033332322121111

Б: 70016665533222

Пример:



А



Б



Инвариантность к выбору начальной точки: минимальный код



Инвариантность к повороту: разности цифр кода

Представление границ в виде последовательности символов (Коэффициенты Фурье)

$\langle \tilde{V}_0, V_1, \dots, \tilde{V}_{m-1} \rangle$ Набор точек

$$v_k = \frac{V_{k+1} - V_k}{|V_{k+1} - V_k|} \quad \text{Единичные вектора}$$

$$l_k = \sum_{i=1}^k |V_i - V_{i-1}|, \quad k > 0 \quad \text{Кумулятивные разности}$$

$$l_0 = 0$$

$$a_n = \frac{1}{L \left(\frac{n2\pi}{L}\right)^2} \sum_{k=1}^m (v_{k-1} - v_k) e^{-jn(2\pi/L)l_k}$$

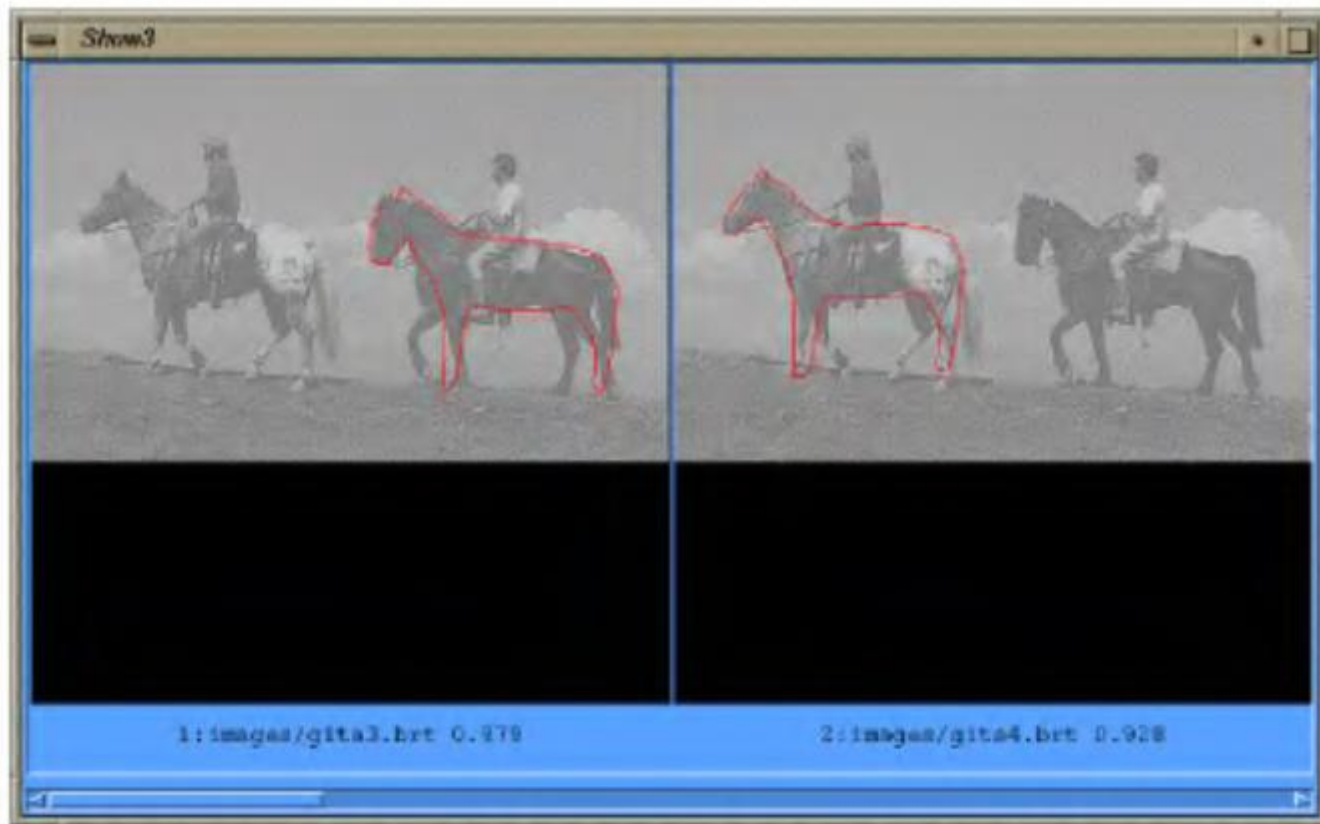
$$d_{\text{Fourier}}(I, Q) = \left[\sum_{n=-M}^M |a_n^I - a_n^Q|^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

В виде многоугольника методом полигональной аппроксимации

- Форма представляется в виде последовательности областей стыка

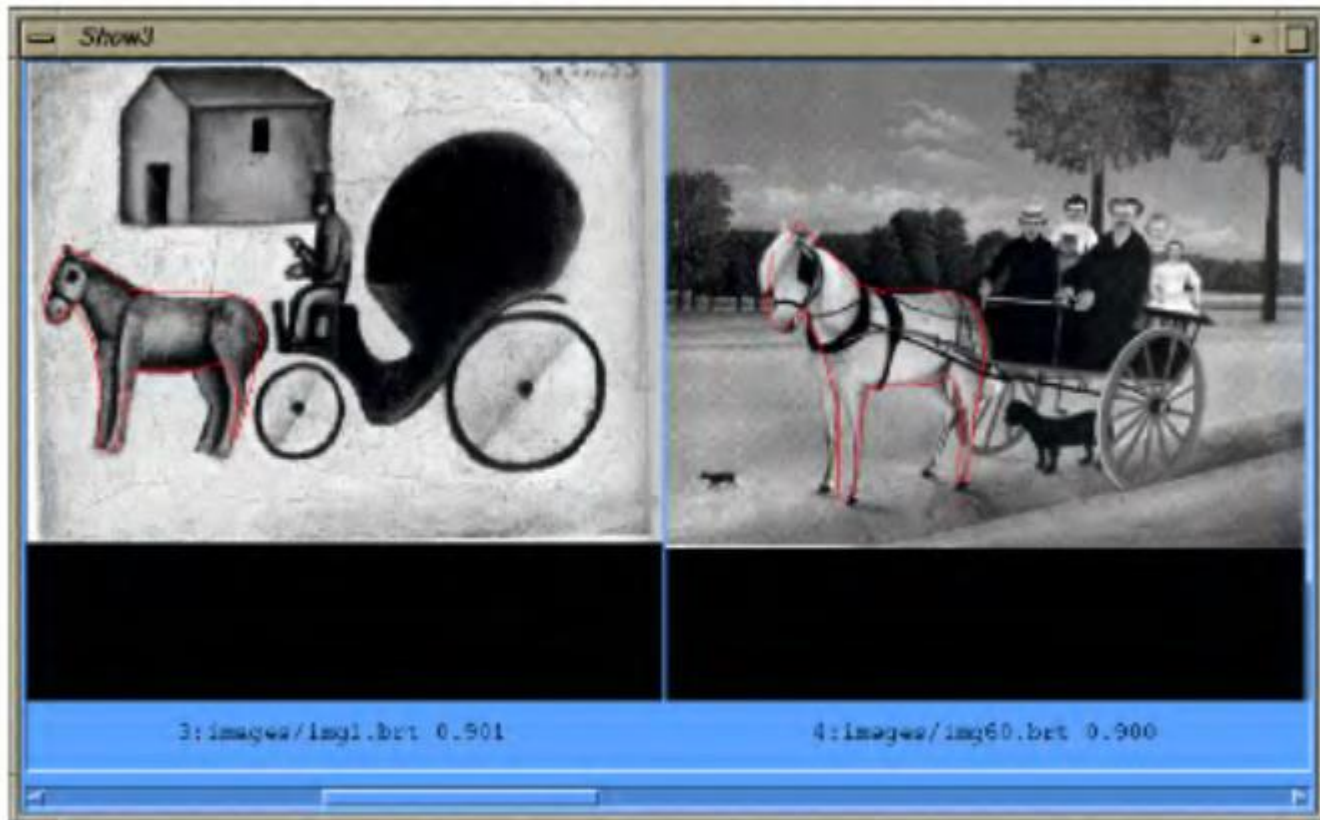
$$\langle X_i, Y_i, \alpha_i \rangle$$

Эластичное сопоставление



Описание формы на основе контура

Эластичное сопоставление



Эскизное сопоставление. Система ART MUSEUM

Предварительная обработка:

1. Уменьшение изображения до заданного размера и удаление шумов с помощью медианного фильтра
2. Обнаружение границ. Во-первых, с помощью глобального порога, затем с помощью локального порога. В результате получается очищенное контурное изображение.
3. На очищенном контурном изображении производится скелетизация и удаляются избыточные контуры. Полученное изображение ещё раз очищается от шумов, и мы получаем требуемое абстрактное представление.

Над эскизом производятся такие же операции обработки.

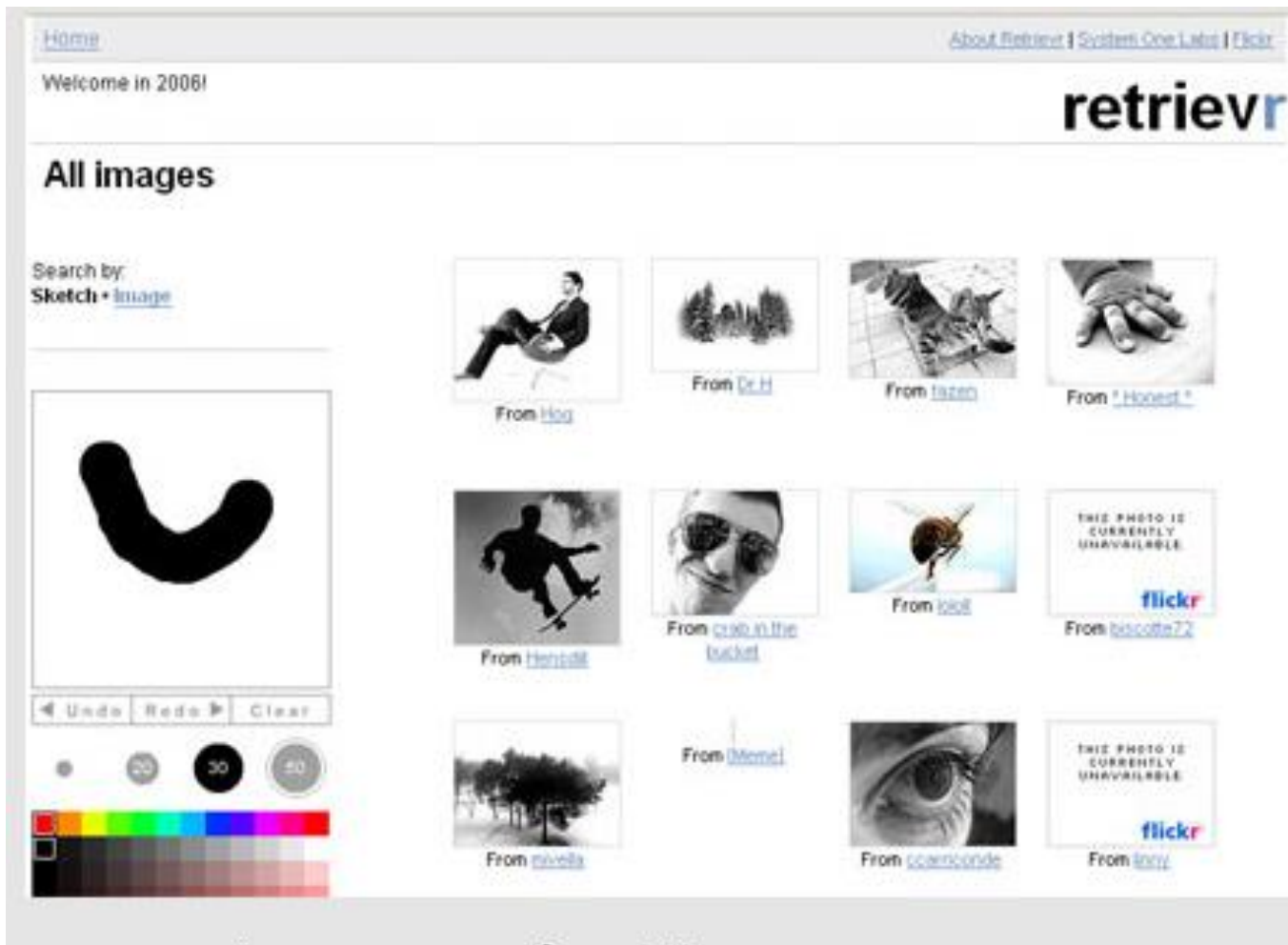
Эскизное сопоставление. Система ART MUSEUM

изображение делится на клетки, и для каждой клетки вычисляется корреляция с аналогичной клеткой изображения из базы данных

процедура выполняется несколько раз для разных значений сдвига линейного эскиза

Мера расстояния для эскизного сопоставления

$$d_{sketch}(I, Q) = \frac{1}{\sum_g \max_n [\hat{d}_{correlation}(shift_n(A^I(g)), L^Q(g))]}$$



Инвариантные моменты

Момент порядка (p+q) двумерной непрерывной функций:

$$m_{pq} = \iint x^p y^q f(x, y) dx dy$$

Центральные моменты для f(x,y) – дискретного изображения:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y), \quad \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

Вектор признаков:

С использованием нормированных центральных моментов был выведен набор из 7 инвариантных к параллельному переносу, повороту и изменению масштаба моментов.

Гистограммы или моменты?



Stricker M., Orengo M. Similarity of Color Images. ... (3000 изображений)



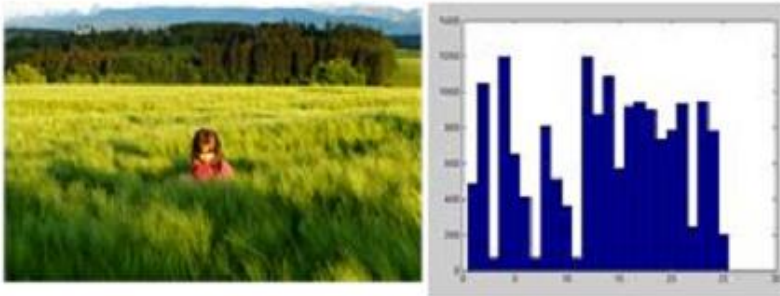
	Полнота	Точность
<u>ColorHist</u>	56,77 %	23,02 %
<u>ColorMoment</u>	55,98 %	25,06 %

Характеристики сходства изображений

Основные группы:

1. Цветовое сходство
2. Текстурное сходство
3. Сходство формы
4. Дескрипторы изображений
5. Сходство объектов и отношений между объектами

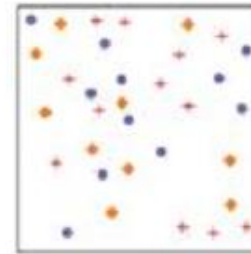
Дескрипторы изображений



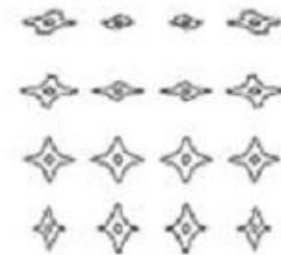
Гистограммы цветов (1995)



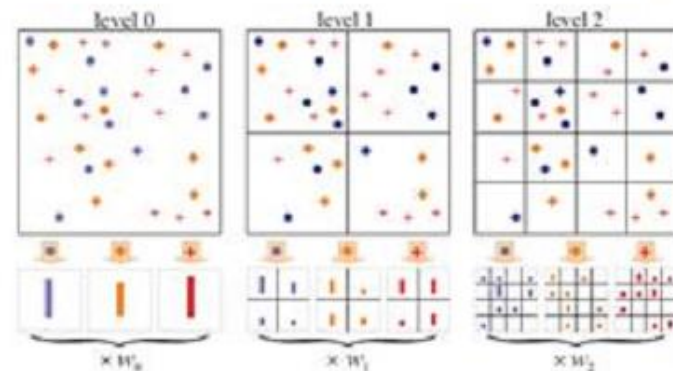
Мешок слов (2003)



Отдельные особенности (2003)

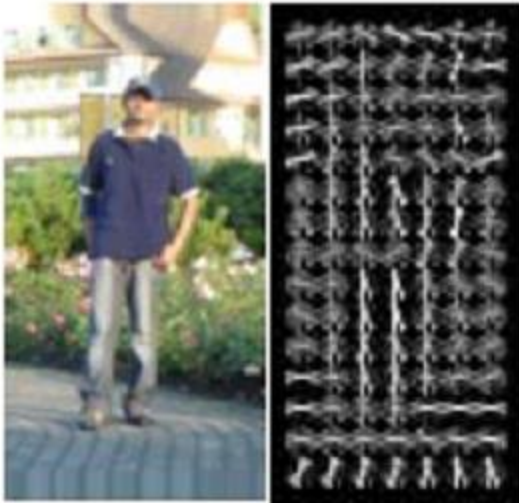


Гистограммы градиентов (2005)



Мешок слов и пирамида (2006)

Гистограммы градиентов



HOG (2003)

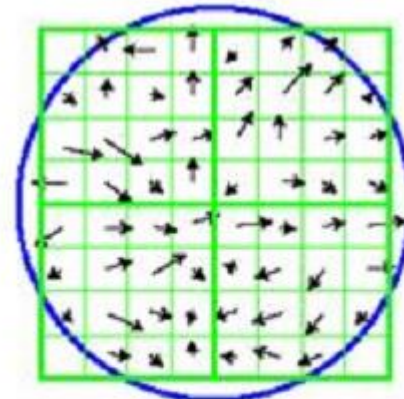
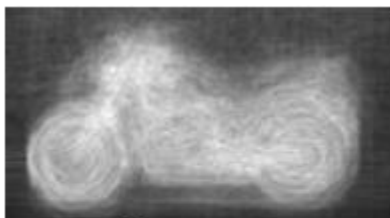


Image gradients

SIFT (2003)

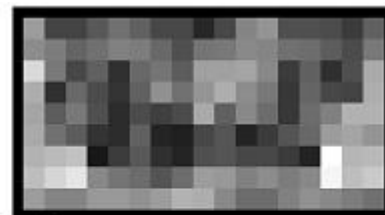
Дескрипторы: Мотоциклы



Градиенты



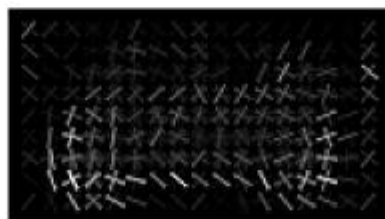
Взвешенные + веса



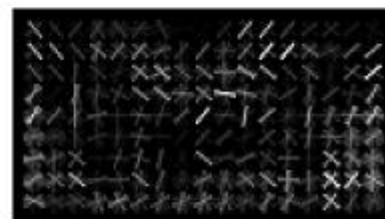
Взвешенные - веса



Окно



Доминирующие +
ориентации



Доминирующие -
ориентации

Примеры работы



Применение дескрипторов



Запрос



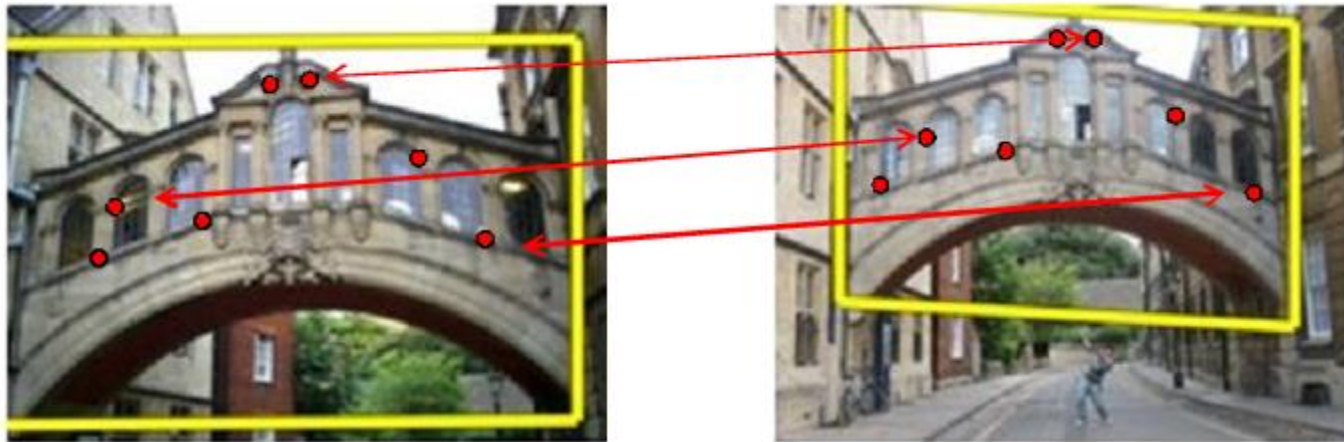
Похожие по GIST + цвету

Ограничения дескрипторов



- Как с этой задачей справятся дескрипторы?
- Не очень хорошо, т.к. размеры и ориентация объектов могут значительно меняться
- Может помочь сопоставление изображений по ключевым точкам

Геометрическое сопоставление



Характеристики сходства изображений

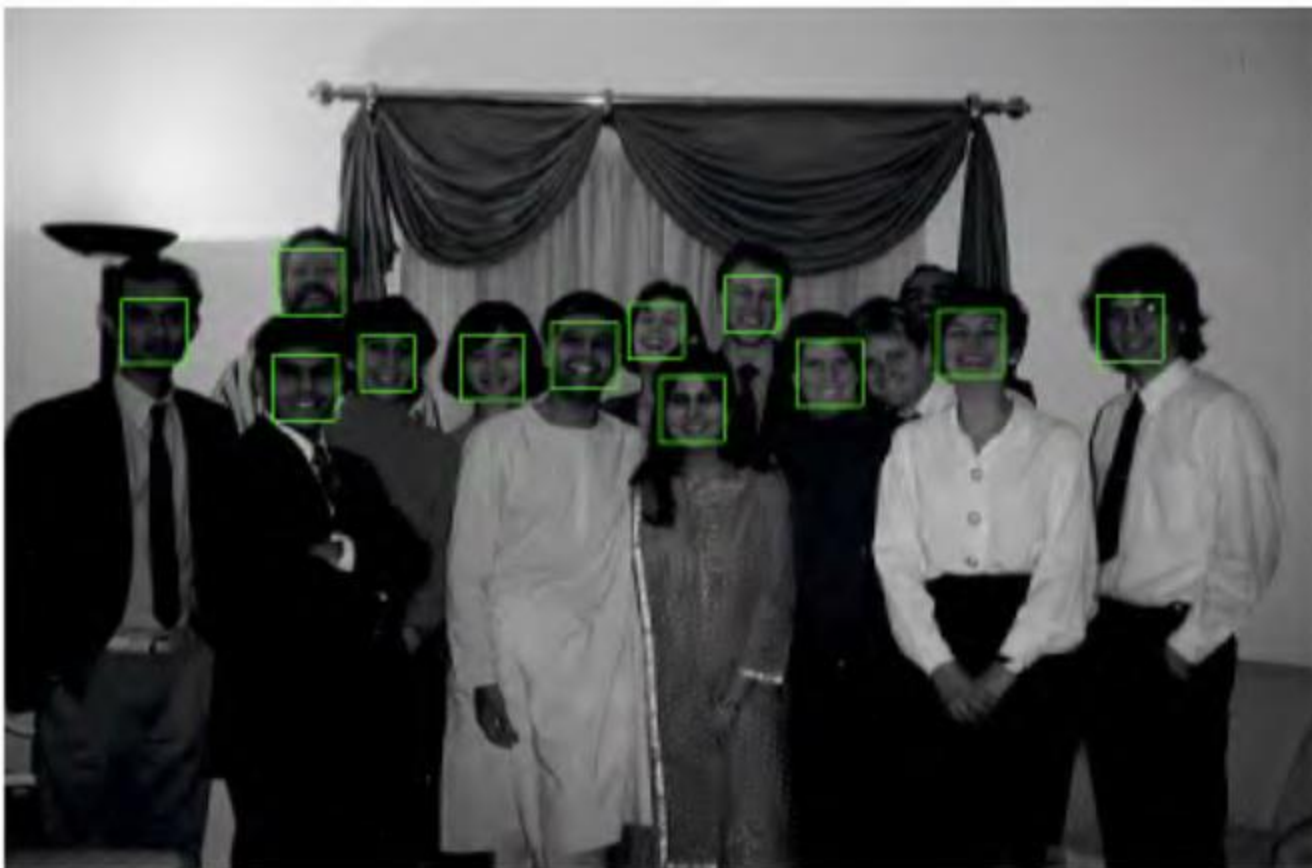
Четыре основные группы:

1. Цветовое сходство
2. Текстурное сходство
3. Сходство формы
4. Дескрипторы изображений
5. Сходство объектов и отношений между объектами

Обнаружение человеческих лиц

- Существующие алгоритмы обнаружения лиц можно разбить на две широкие категории:
 - Эмпирическое распознавание
 - Моделирование изображения лица
- Обнаружение элементов и особенностей которые характерны для изображения лица
 - Края
 - Яркость
 - Цвет
 - Характерная форма черт лица

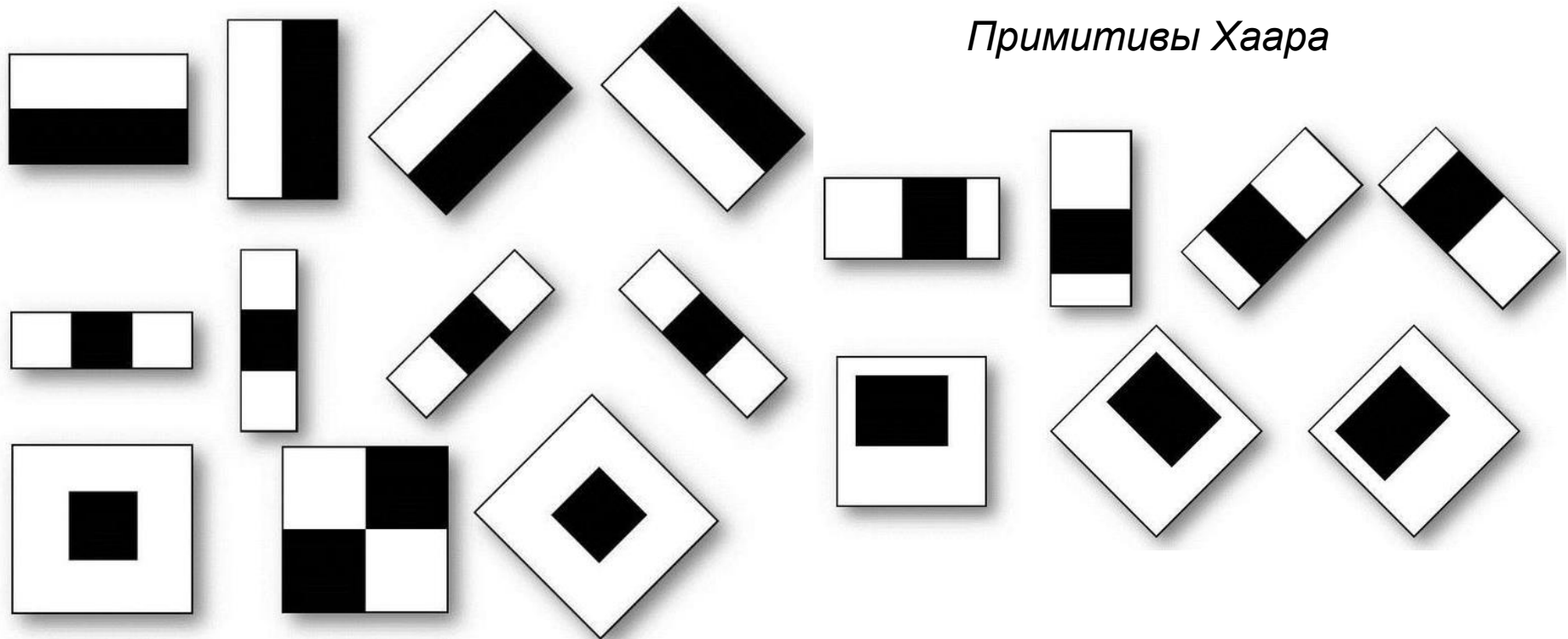
Обнаружение человеческих лиц, на основе нейронной сети (16000 изображений)



Система из университета Карнеги-Мелон

Метод Виолы — Джонса

- Предложен в 2001 году Paul Viola и Michael Jones
- Существует множество реализаций, в том числе в составе OpenCV (функция `cvHaarDetectObjects()`)





How-Old.net

HOW OLD DO I LOOK? #HowOldRobot



Sorry if we didn't quite get the age and gender right – [we are still improving this feature.](#)



Try Another Photo!

Read the story behind this demo

Обнаружение образов человеческих тел

Исходное RGB-изображение → Логарифмическое цветовое пространство

$$I = L(G)$$

$$R_g = L(R) - L(G)$$

$$B_y = L(B) - \frac{L(G) + L(R)}{2}$$

$$L(x) = 105 \log_{10}(x + 1 + n)$$

$$hue = atan(R_g, B_y)$$

$$texture = med_2(|I - med_1(I)|)$$

$$saturation = \sqrt{R_g^2 + B_y^2}$$

1. $texture < 5, 110 < hue < 150, 20 < saturation < 60$

2. $texture < 5, 130 < hue < 170, 30 < saturation < 130$

[Fleck, Forsyth, Bregler, 1996]

Признаки в системах поиска

	Цвет	Текстура	Форма
QBIC	Гистограммы (HSV) $dist^2 = H_1 A H_2^T$	Tamura Image, Euclid dist	Геометрические для границ + моменты
VisualSEEk	Гистограммы (HSV), Color Sets, Location info		
Netra	Гистограммы (HSV), Color codebook, кластеризация	Фильтры Габор	Fourier-based (Фурье)
Mars	Гистограммы, HSV $dist = 1 - \sum_{i=1}^N \min(H_1(i), H_2(i))$	Tamura Image, 3D Histo	MFD (Фурье)

Заключение

- Большой выбор различных способов представления изображений
- Цвет: гистограммы или статистическая модель?
- Текстура: фильтры Габора, фильтры ИСА
- Форма: дескрипторы Фурье, инвариантные моменты
- При сравнении изображений часто необходимо комбинировать различные признаки