

Сегментация цветных изображений

Определения и основные требования к качеству сегментации

Анализ проблемы

Прикладные задачи, использующие сегментацию цветных изображений

Пороговые алгоритмы

Сегментация цветных изображений средствами кластерного анализа

Сегментация цветных изображений

(Color image segmentation)

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М: Техносфера, 2005. – 1072с. **стр. 493-498**

2. Фисенко В.Т. , Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с. стр.**155 - 164**

3. Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой журнал.
<http://cgm.computergraphics.ru>

Вежневек А., Баринаова О.

[Методы сегментации изображений: автоматическая сегментация](http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147)

<http://cgm.computergraphics.ru/content/view/147>

Конущин В., Вежневек А.

Методы сегментации изображений: интерактивная сегментация

<http://cgm.computergraphics.ru/content/view/172>

Определение и основные требования

Сегментация цветного изображения - процесс выделения из изображения **одной или нескольких связанных областей**, удовлетворяющих критерию однородности, который основывается на признаках, вычисляемых из значений **нескольких цветовых компонентов**.

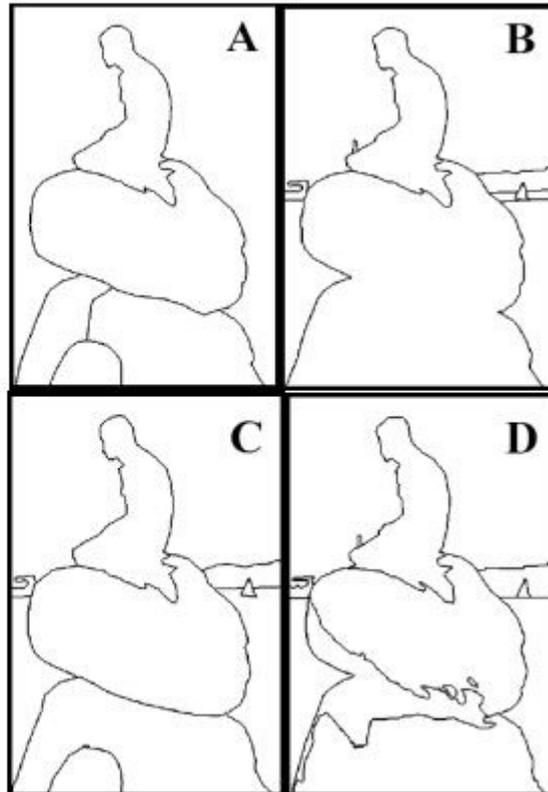
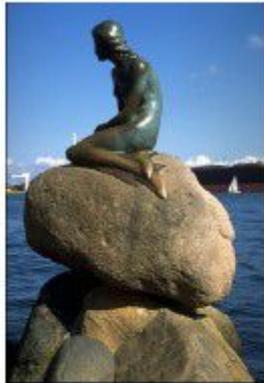
Основные требования:

- **области** должны быть **однородны** относительно значений **цветовых компонент**;
- **внутренние части** областей **не должны** содержать большого количества **пустот**;
- **границы** каждого сегмента должны быть пространственно **точными**.

Анализ проблемы

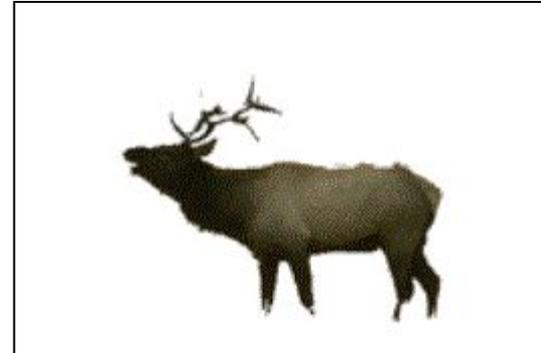
Дано: Цветное изображение с диапазоном яркости $G=256$ каждого из трех цветов R,G,B.

Найти: Оптимально сегментированное изображение



Анализ проблемы

1. **Отсутствует универсальный критерий оценки качества сегментации**
2. **Пиксель изображения может иметь $(256)^3=16\ 777\ 216$ оттенков цвета**



Современные автоматические алгоритмы не способны решать произвольные задачи сегментации с гарантированным результатом

Прикладные задачи, использующие сегментацию цветных изображений

- распознавание участков кожи человека при идентификации его по цифровому фотопортрету



Прикладные задачи, использующие сегментацию цветных изображений

Выделение заданных объектов, определение лесных пожаров и площади наводнения, прогнозирование урожайности на основе анализа снимков, полученных со спутника



figure 1: section of Landsat-5-scene of region colone-bonn (rgb-composit of channels 5,4,3)

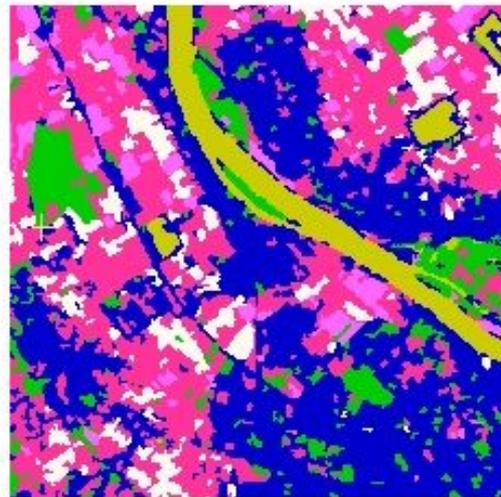
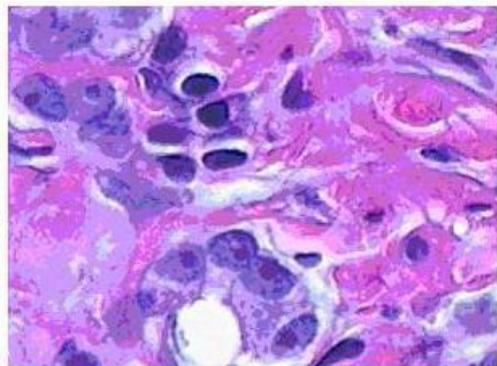


figure 2: result of SVM-classification (blue = urban region; yellow= water; green= forest; white,pink,light red= agriculture)

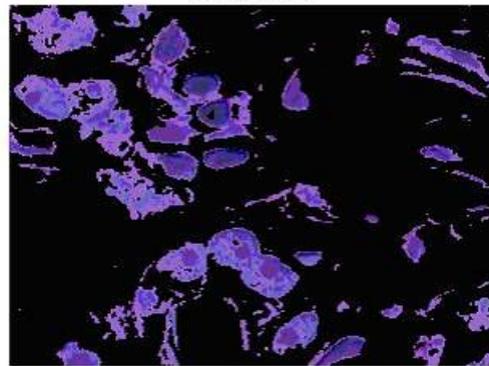
Your contact: Dipl.-Ing. Torsten Koch, Tel.:  +49 3677-2010304 

Прикладные задачи, использующие сегментацию цветных изображений

- анализ концентрации клеток определенного типа в крови, опухолей и т.д. при медицинском обследовании человека



синие ядра



Прикладные задачи, использующие сегментацию цветных изображений

выделение заданных областей при анализе видеопотока



Пороговые методы сегментации цветных изображений

Прямой разностный метод

$$\begin{pmatrix} r_{m,n} \\ g_{m,n} \\ b_{m,n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{m,n} \\ G_{m,n} \\ B_{m,n} \end{pmatrix} \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } |R_{m,n} - R| \leq P \ \& \ |G_{m,n} - G| \leq P \ \& \ |B_{m,n} - B| \leq P; \\ 0, & \text{если } |R_{m,n} - R| > P \ \& \ |G_{m,n} - G| > P \ \& \ |B_{m,n} - B| > P, \end{cases}$$

$r_{m,n}$, $g_{m,n}$, $b_{m,n}$ – значения уровней (m, n)-ного пикселя сегментированного изображения;

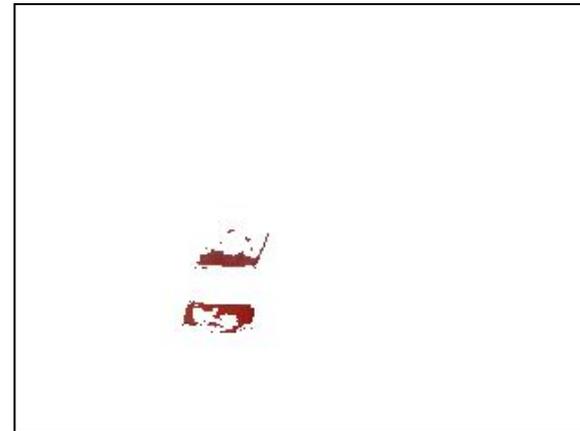
$R_{m,n}$, $G_{m,n}$, $B_{m,n}$ – значения уровней (m,n)-ного пикселя сегментируемого изображения;

R , G , B – значения уровней искомого цвета

P – пороговое значение.

Примеры применения прямого разностного метода

Незаполненные внутренние области



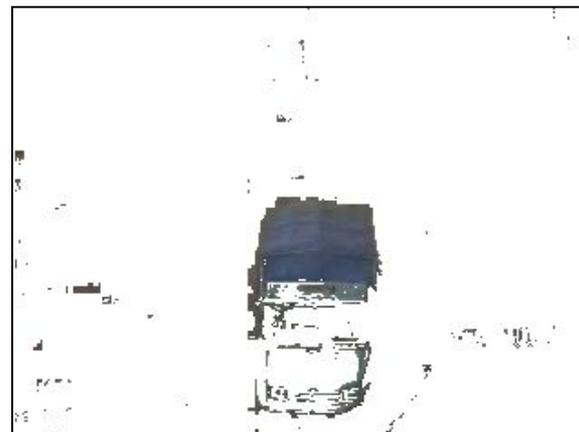
R=138

G=44

B=42

P=25

Наличие шумовых фрагментов



R=80

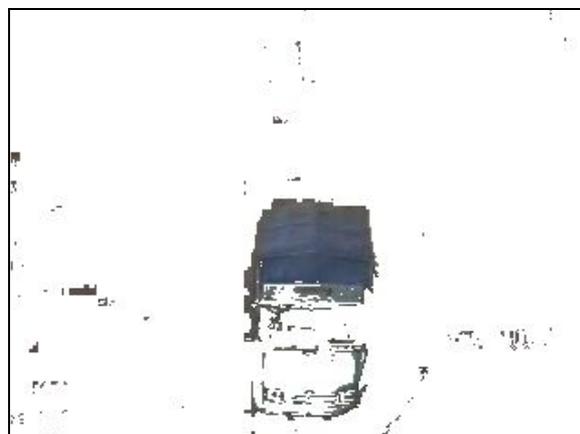
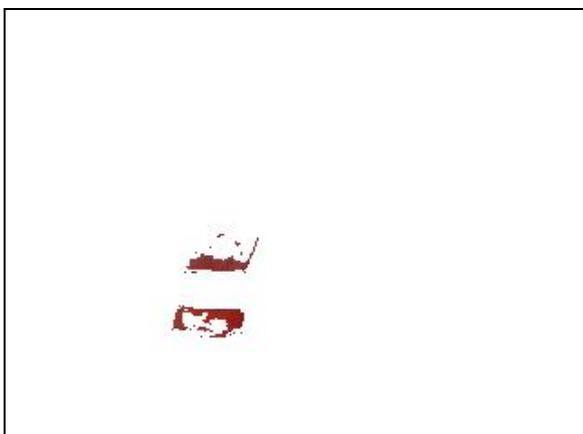
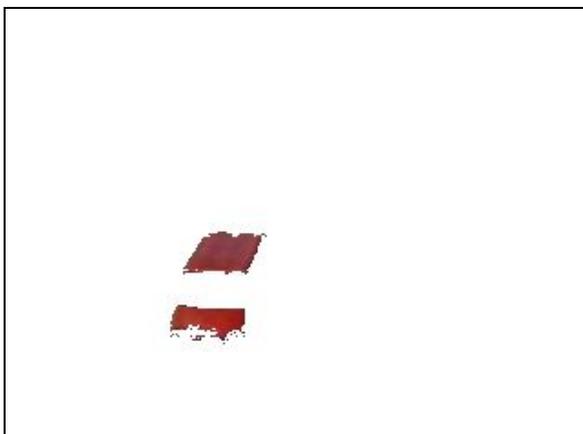
G=90

B=105

P=25

Разностный метод на основе вычисления евклидово расстояния

$$\begin{pmatrix} r_{m,n} \\ g_{m,n} \\ b_{m,n} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_{m,n} \\ G_{m,n} \\ B_{m,n} \end{pmatrix} \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } \sqrt{(R_{m,n} - R)^2 + (G_{m,n} - G)^2 + (B_{m,n} - B)^2} \leq P; \\ 0, & \text{если } \sqrt{(R_{m,n} - R)^2 + (G_{m,n} - G)^2 + (B_{m,n} - B)^2} > P. \end{cases}$$



Прямой
разностный
метод

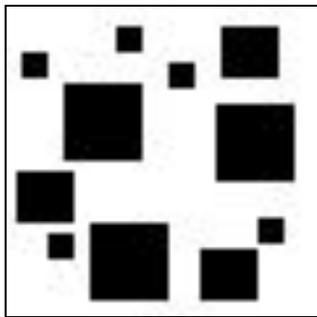
Блочный алгоритм с постобработкой

1. Предварительная сегментация пороговым методом;
2. Бинаризация изображения $Y=y_{m,n}$ полученного на предыдущем шаге

$$B = b_{m,n} = \begin{cases} 1, & \text{если } y_{m,n} > 0; \\ 0, & \text{если } y_{m,n} = 0, \end{cases}$$

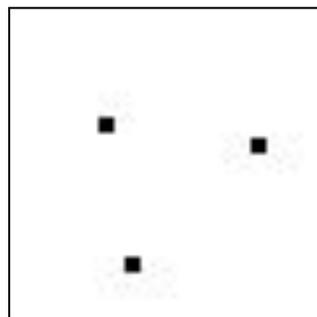
$$\tilde{y}_{m,n} = 0,3y_{Rm,n} + 0,59y_{Gm,n} + 0,11y_{Bm,n}$$

3. Фильтрация B с целью удаления фрагментов размером, меньше заданного (на основе операции ММ-размыкание).



1

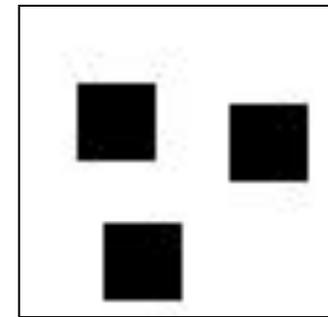
Исходное
Изображение



2

Результат
эрозии, квадрат, 13*13

3



Результат
дилатации

6. Блочная сегментация индексированного изображения Y^{ind} :

$$Y^{bs} = \begin{pmatrix} y_R^{ind} \\ y_G^{ind} \\ y_B^{ind} \end{pmatrix} \bullet \begin{cases} 1, & \text{если } \sqrt{(\overline{R}_k^{ind} - R)^2 + (\overline{G}_k^{ind} - G)^2 + (\overline{B}_k^{ind} - B)^2} \leq P; \\ 0, & \text{если } \sqrt{(\overline{R}_k^{ind} - R)^2 + (\overline{G}_k^{ind} - G)^2 + (\overline{B}_k^{ind} - B)^2} > P, \end{cases}$$

где k – номер области индексированного изображения;

\overline{R}_k^{ind} , \overline{G}_k^{ind} , \overline{B}_k^{ind} – среднее значение пикселей трех цветовых компонент изображения k -области ;

6. Заполнение пустот во внутренних областях сегментированного изображения:

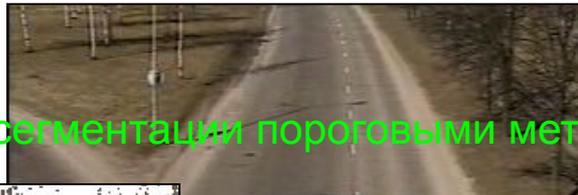
преобразование изображения Y^{bs} к бинарному;

применение морфологической операции закрытия;

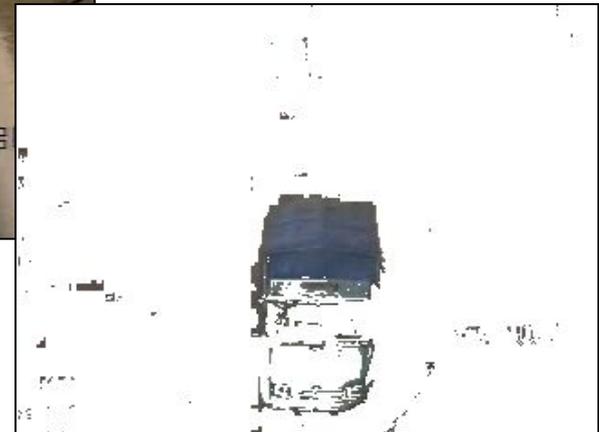
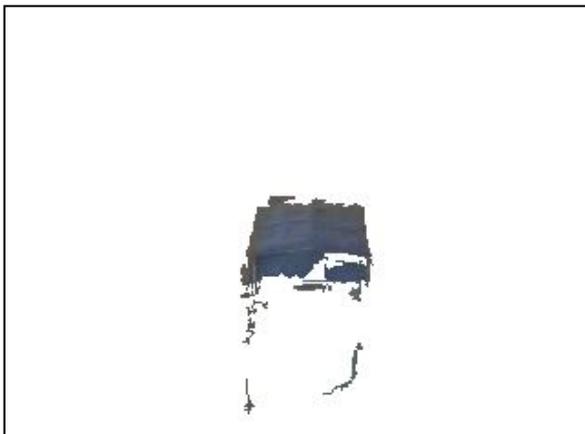
поэлементное умножение бинарной матрицы на матрицы значений яркости красного, зеленого и синего цветов.

Визуальная оценка результатов сегментации

Результаты сегментации пороговыми методами



С использованием постобработки



Идеально сегментированное



Сегментация цветных изображений средствами кластерного анализа

Сегментация - поиск кластеров, соответствующих однородным областям: каждому пикселю изображения ставится в соответствие вектор-признак и выполняется кластеризация в пространстве этих признаков, область формируется из пикселей, векторы-признаки которых вошли в соответствующий кластер.

J. A. Hartigan and M. A. Wong. A k-means clustering algorithm. Applied Statistics, 1979, №28. P.100-108

Проблемы:

- автоматический выбор количества кластеров k , (для изображений $k \approx 6$);
- выбор множества признаков.

Наиболее используемые признаки при сегментации

R_{ij}, G_{ij}, B_{ij} – соответственно значения яркости красного, зеленого и синего цветов пикселя с координатами i, j ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$);

$DR_{ij} = \max \Delta R_{ij} / \min \Delta R_{ij}$ – отношение значений максимальной и минимальной разности яркостей красного цвета между пикселем i, j и его соседями в окрестности $[3 \times 3]$;

$DG_{ij} = \max \Delta G_{ij} / \min \Delta G_{ij}$ – отношение значений максимальной и минимальной разности яркостей зеленого цвета между пикселем i, j и его соседями в окрестности $[3 \times 3]$;

$DB_{ij} = \max \Delta B_{ij} / \min \Delta B_{ij}$ – отношение значений максимальной и минимальной разности яркостей синего цвета между пикселем i, j и его соседями в окрестности $[3 \times 3]$;

$\text{Grad}R_{ij}, \text{Grad}G_{ij}, \text{Grad}B_{ij}$ – значения градиента яркости пикселя вдоль каждой из трех цветовых осей.

Алгоритм сегментации средствами кластерного анализа

1. **Построение признакового описания изображения**
($m \times n$ образов)

$$S = \{V_{ij}, i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n\},$$

где $V_{ij} = (R_{ij}, G_{ij}, B_{ij}, \text{Grad}R_{ij}, \text{Grad}G_{ij}, \text{Grad}B_{ij}, DR_{ij}, DG_{ij}, DB_{ij})$ – образ пикселя.

2. **Задание максимального количества кластеров Q**

3. **Случайный выбор Q образов (центров)** из множества S :

$$Z_1, Z_2, \dots, Z_q, \dots, Z_Q$$

4. **Вычисление расстояний** : $D^q_{ij} = |V_{ij} - Z_q|$

5. **Отнесение образа к кластеру по правилу:**

$$\text{если } D^q_{ij} = \min, \text{ то } V_{ij} \in Z_q.$$

6. **Корректировка центров** полученных кластеров:

$$C_{Z_q} = \frac{1}{N_q} \sum_{i=1}^{N_q} V_i^q$$

где N_q – количество образов, входящих кластер Z_q .

V_i^q – i -й образ q -го кластера.

7. **Контроль** стабилизации кластерных центров:

если $C_{Z_q(L)} = C_{Z_q(L-1)}$, кластеризация завершена,
иначе переход к п.4.,

где L – номер итерации.

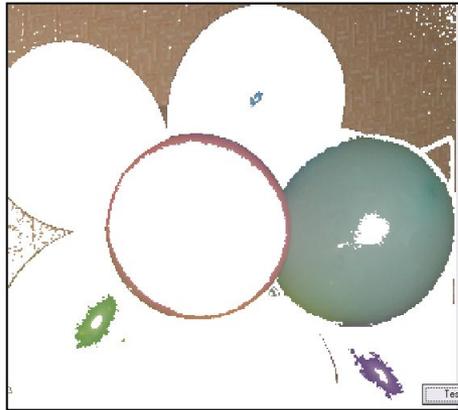
5. **Постобработка:**

- вычисление расстояний между центрами кластеров;
- вычисление среднего значения расстояний D_m ;
- объединение кластеров если:

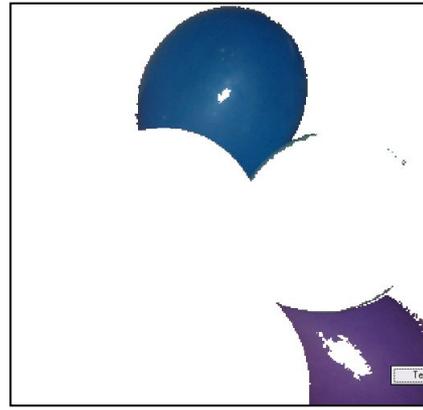
$$|D^1 - D^2| < D_m \text{ and } (N_1 < \frac{1}{3} N_2 \text{ or } N_2 < \frac{1}{3} N_1)$$



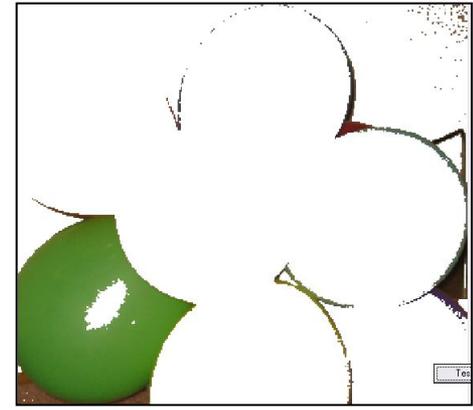
Исходное



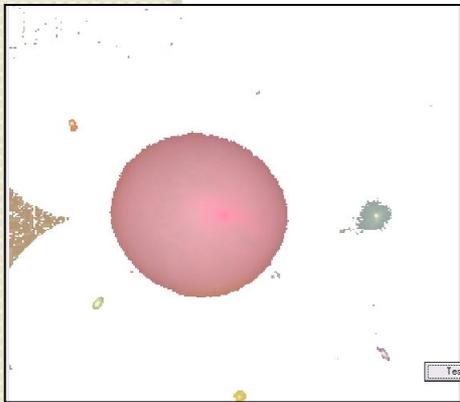
$q=1$



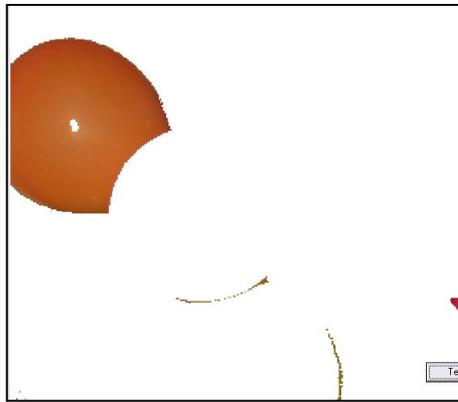
$q=2$



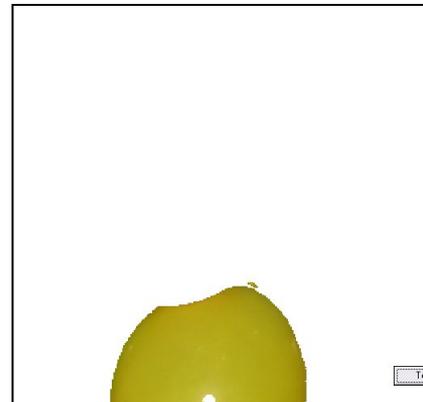
$q=3$



$q=4$



$q=5$



$q=6$



Сегментированное
 $Q=6$

Приемлемый диапазон количества кластеров и рекомендуемые значения Q для некоторых классов изображений

Класс изображения	Диапазон	Q
Портреты	[3...6]	5
Снимки из космоса	[3...5]	4
Медицинские изображения	[2...3]	2
Ландшафт	[3...6]	2

http://neuroface.narod.ru/files/mahfoudh_autoref.pdf

Талеб М.А. Комбинированные алгоритмы сегментации цветных изображений: Автореферат дис. ...канд. техн. наук: 05.13.01.

Развитие исследований ЦОИ

1. Обработка графических изображений – автоматическое распознавание чертежей, карт и др.

разработка методов распознавания объектов графических документов;

распознавание рукописного текста.

2. Обработка снимков земной поверхности, медицинских фото и др.

Сложность исходной информации – отсутствие формализации обработки таких изображений.

разработка эффективных по скорости и качеству методов предварительной обработки;

разработка методов совмещенной обработки различных типов изображений – снимков и карт;

разработка методов распознавания таких объектов.

3. Машинное зрение. Сложность – огромные объемы информации.

разработка систем выделения и распознавания объектов окружающего мира в реальном масштабе времени;

обработка последовательностей изображений движущихся объектов;

развитие методов обработки изображений трехмерных сцен.

Журавлев Ю. И. и др. Состояние и перспективы развития исследований в области обработки и распознавания видеоинформации (аналитический обзор)// Наука и образование: электронное научно-техническое издание//

http://www.techno.edu.ru:16001/db/nauka_archive/text/rules.html



Lena Eye
Scaled by 7
0.69 bpp

Replication

Original

Text

Text

Text

Interpolation

NSI

A comparison of three image processing methods for the Lena Eye image. The top right panel shows the 'Replication' method, where the original image is scaled by 7 and the word 'Text' is overlaid. The bottom left panel shows the 'Interpolation' method, where the original image is scaled by 7 and the word 'Text' is overlaid. The bottom right panel shows the 'NSI' method, where the original image is scaled by 7 and the word 'Text' is overlaid. The 'Original' panel shows the original image with a small 'Text' overlay. The 'Lena Eye Scaled by 7 0.69 bpp' text is located at the top left of the comparison area.

Lenna Soderberg (Sjööblom)



Мисс Playboy ноябрь 1972 года

7.161.561 экземпляров



50th Society for Imaging Science and
Technology,
Boston on May 1997

<http://www.ee.cityu.edu.hk/~lmpo/lenna/Lenna97.html>