

Бинарные изображения

Лекция 3

Выделение связанных областей

	1	
2	*	3
	4	

4-связность

1	2	3
4	*	5
6	7	8

8-связность



$$|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \leq 1$$

$$|x_1 - x_2| \leq 1 \text{ и } |y_2 - y_1| \leq 1$$

Маркировка связанных компонент



1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1

1	1	0	1	1	1	0	2
1	1	0	1	0	1	0	2
1	1	1	1	0	0	0	2
0	0	0	0	0	0	0	2
3	3	3	3	0	4	0	2
0	0	0	3	0	4	0	2
5	5	0	3	0	0	0	2
5	5	0	3	0	2	2	2

Алгоритмы маркировки

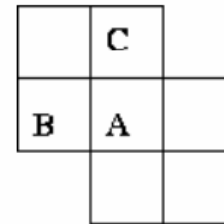
- Рекурсивный алгоритм маркировки (в памяти целиком) — алгоритм заливки
- Алгоритм построчной маркировки (большие изображения — обрабатываются порциями по 2 строки)

Рекурсивный алгоритм маркировки – алгоритм заливки

- Простой рекурсивный
- Заливка линиями

Метод последовательного сканирования

```
if A = 0 do nothing
else if (not B labeled) and (not C labeled)
    increment label numbering and label A
else if B xor C labeled
    copy label to A
else if B and C labeled
    if B label = C label
        copy label to A
else
    copy either B label or C label to A
```



Случай конфликта

						1
					1	1
2				1	1	1
2	2		1	1	1	1
2	2	2	?			

Пример

1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	0	1
0	0	0	1	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1	1	1

1	1	0	2	2	2	0	3
1	1	0	2	0	2	0	3
1	1	1	1	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	3
4	4	4	4	0	5	0	3
0	0	0	4	0	5	0	3
6	6	0	4	0	0	0	3
6	6	0	4	0	7	7	3

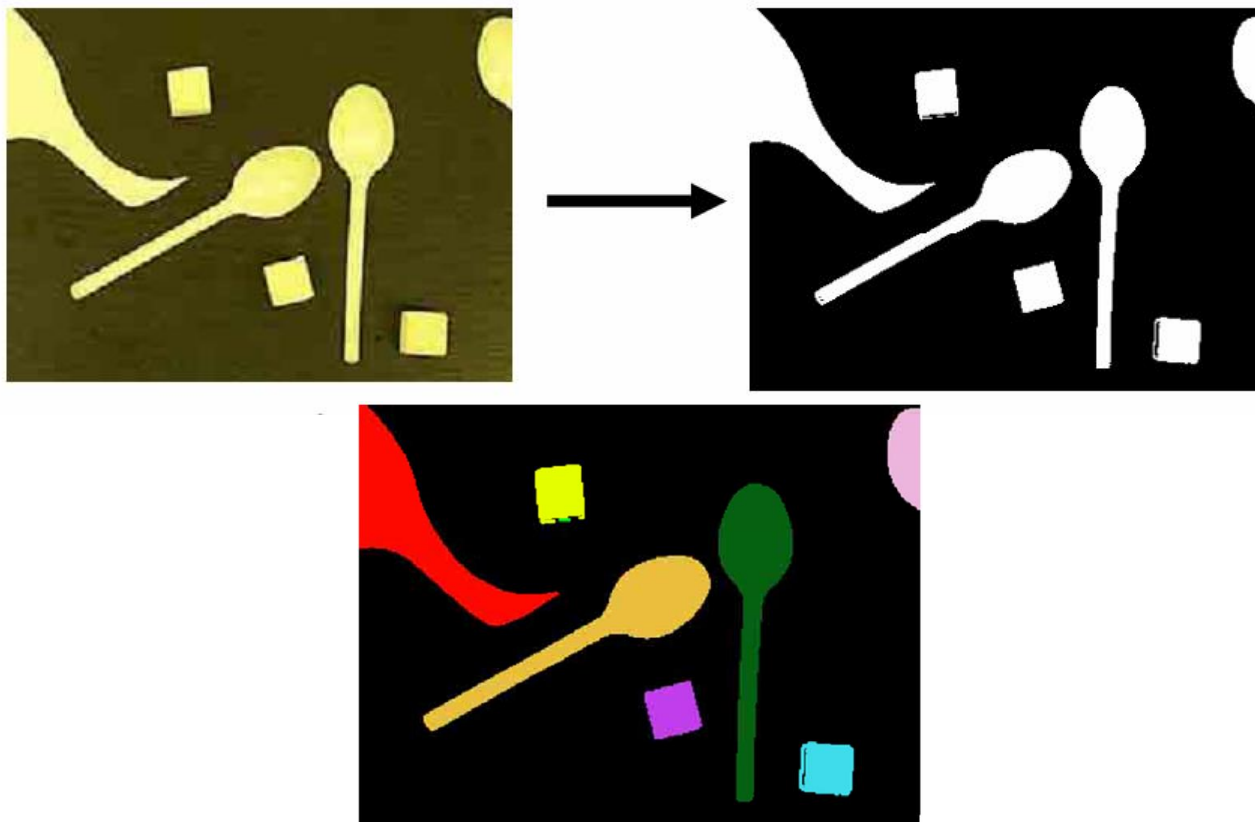
Структура данных для объединения-поиска

1	1	0	2	2	2	0	3
1	1	0	2	0	2	0	3
1	1	1	1	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	3
4	4	4	4	0	5	0	3
0	0	0	4	0	5	0	3
6	6	0	4	0	0	0	3
6	6	0	4	0	7	7	3

1	1	0	1	1	1	0	3
1	1	0	1	0	1	0	3
1	1	1	1	0	0	0	3
0	0	0	0	0	0	0	3
4	4	4	4	0	5	0	3
0	0	0	4	0	5	0	3
6	6	0	4	0	0	0	3
6	6	0	4	0	3	3	3

1	2	3	4	5	6	7
0	1	0	0	0	0	3

Хорошие входные данные



Подсчёт объектов на изображении

Внешние углы

0	0
0	1

0	0
1	0

1	0
0	0

0	1
0	0

Внутренние углы

1	1
1	0

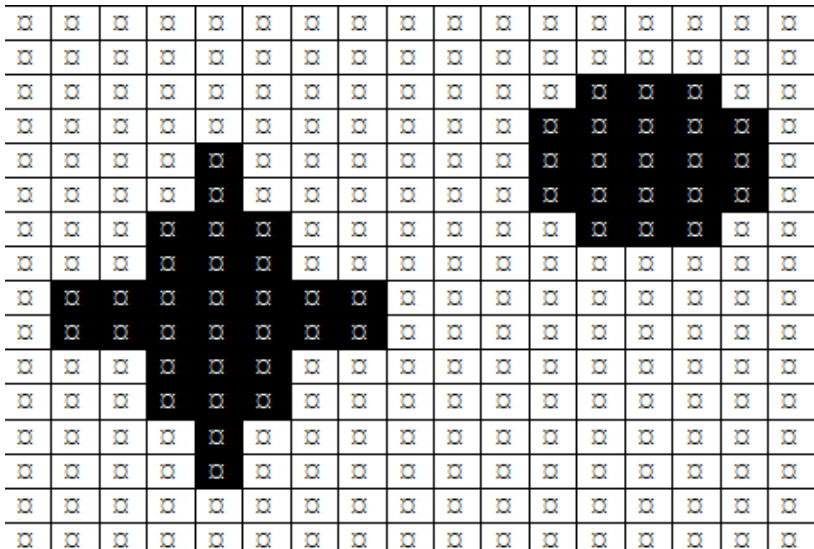
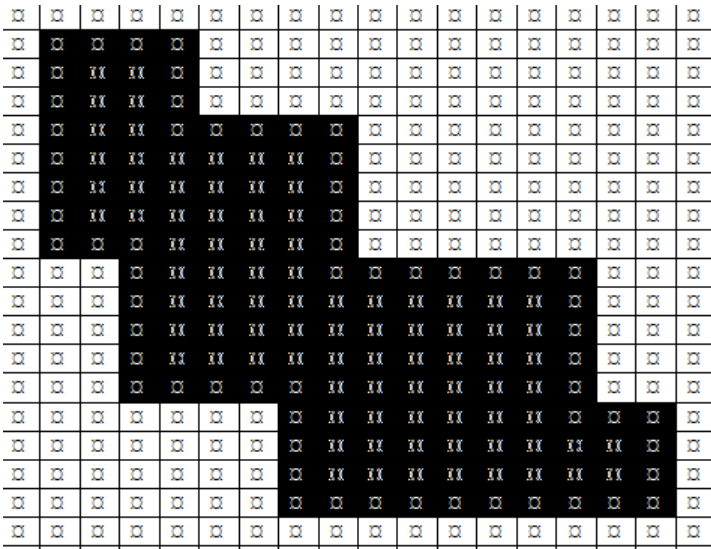
1	1
0	1

0	1
1	1

0	1
1	1

$$(Внешние углы - Внутренние углы)/4$$

Подсчёт объектов



Свойства областей бинарного изображения

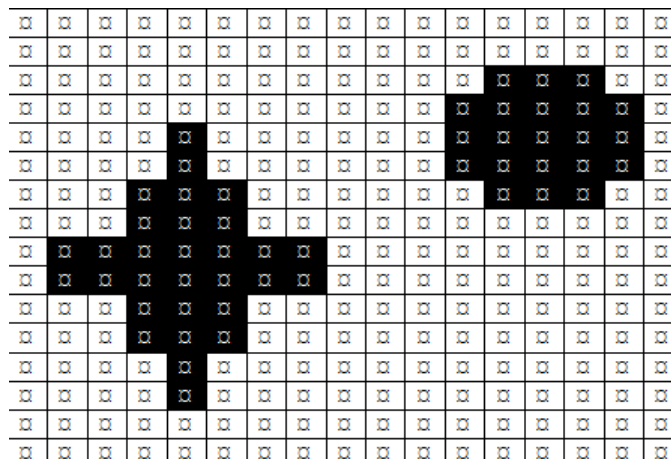
- Геометрические (площадь, центр тяжести, экстремальные точки)
- Свойства формы (характеристики округлости и продолговатости)
- Свойства интенсивности (средняя, текстурные статистики)

Геометрические свойства

- Площадь
- Центр тяжести
- Периметр

Площадь

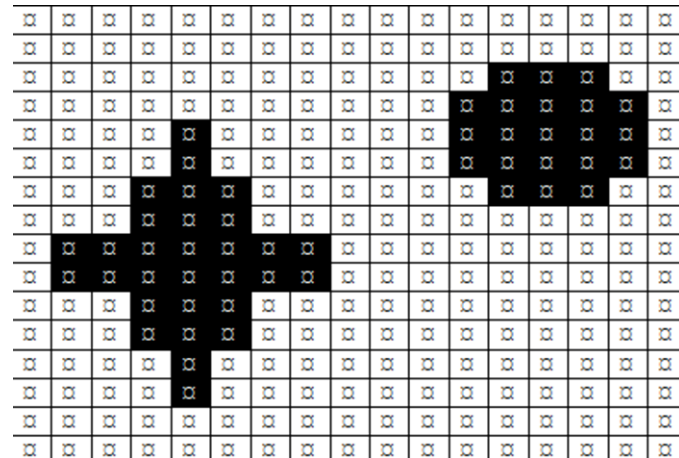
$$A = \sum_{(r,c) \in R} 1$$



Центр тяжести

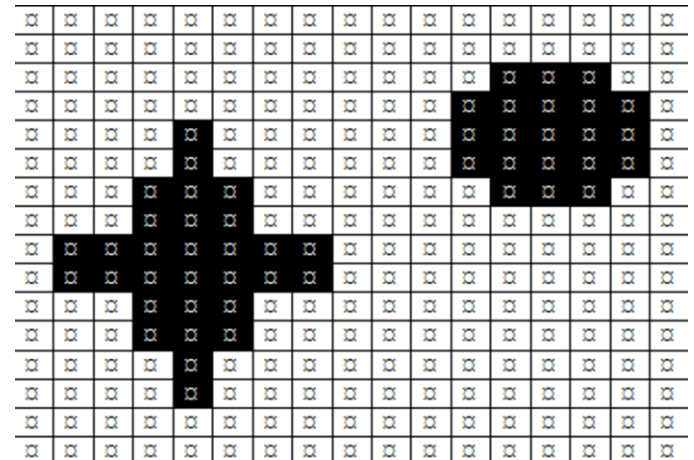
$$\bar{r} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R^r}$$

$$\bar{c} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R^c}$$



Периметр

$$|P| = \left| \left\{ k \left(r_{r+1}, c_{r+1} \right) \in N_4 \left(r_r, c_r \right) \right\} \right| \\ + \sqrt{2} \left| \left\{ k \left(r_{r+1}, c_{r+1} \right) \in N_8 \left(r_r, c_r \right) - N_4 \left(r_r, c_r \right) \right\} \right|$$

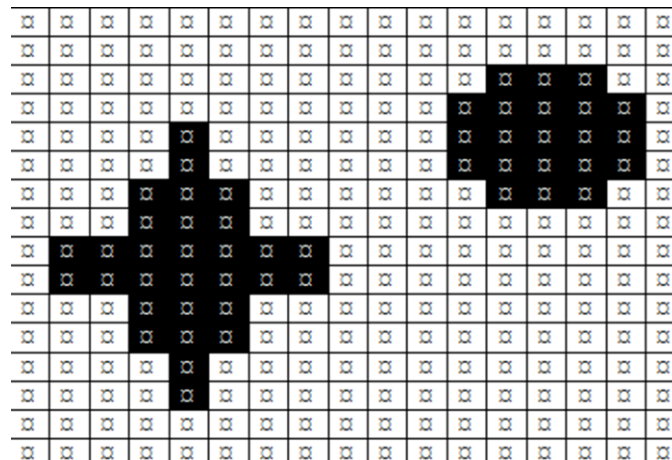


Свойства формы

- Округлость
- Описывающий прямоугольник и экстремальные точки
- Центральные моменты второго порядка

Округлость

$$C_1 = \frac{|P|^2}{A}$$

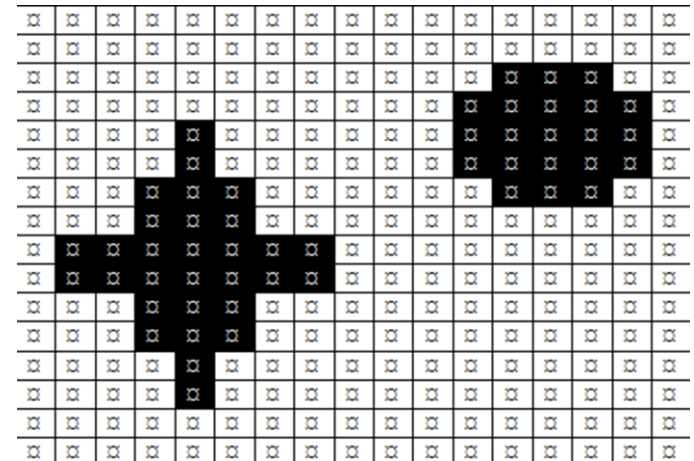


Округлость Харалика 1974

$$C_2 = \frac{\mu_R}{\sigma_R}$$

$$\mu_R = \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} \left\| (r_k, c_k) - (\bar{r}, \bar{c}) \right\|$$

$$\sigma_R = \left(\frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} \left[\left\| (r_k, c_k) - (\bar{r}, \bar{c}) \right\| - \mu_R \right]^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$



Основные свойства областей изображений

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0
2 2 2 2 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0
2 2 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1
2 2 2 2 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0
2 2 2 2 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0
2 2 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2 2 2 2 0 0 3 3 3 0 0 0 0 0 0
2 2 2 2 0 0 3 3 3 0 0 0 0 0 0
2 2 2 2 0 0 3 3 3 0 0 0 0 0 0
2 2 2 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

```

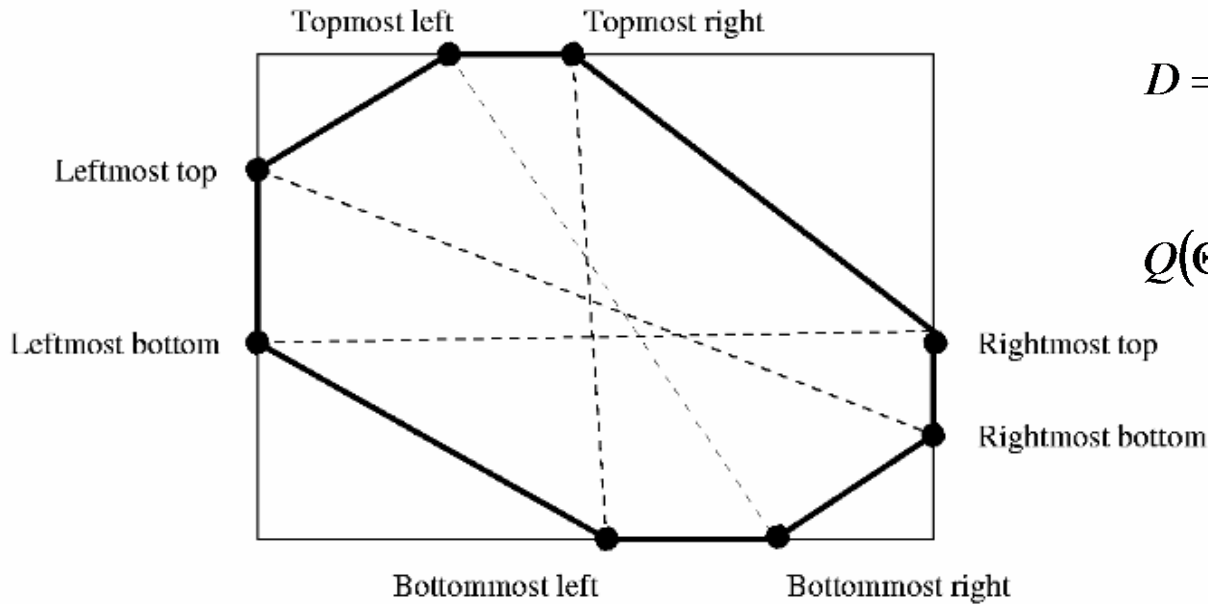
labeled connected-components image

region num.	region area	row of center	col of center	perim. length	circu- larity ₁	circu- larity ₂	radius mean	radius var.
1	44	6	11.5	21.2	10.2	15.4	3.33	.05
2	48	9	1.5	28	16.3	2.5	3.80	2.28
3	9	13	7	8	7.1	5.8	1.2	0.04

properties of the three regions

Описывающий прямоугольник и экстремальные точки

Для оценки приблизительного местоположения



$$D = \sqrt{(r_2 - r_1)^2 + (c_2 - c_1)^2} + Q(\Theta)$$

$$Q(\Theta) = \begin{cases} \frac{1}{|\cos \Theta|} & : |\Theta| < 45^\circ \\ \frac{1}{|\sin \Theta|} & : |\Theta| > 45^\circ \end{cases}$$

Центральные моменты второго порядка

Центральный момент второго порядка по строке

$$\mu_{rr} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (r - \bar{r})^2$$

Центральный момент второго порядка столбцу

$$\mu_{cc} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (c - \bar{c})^2$$

Смешанный центральный момент второго порядка

$$\mu_{rc} = \frac{1}{A} \sum_{(r,c) \in R} (r - \bar{r})(c - \bar{c})$$