

7. Описание признаков объектов

1. Используемые термины и обозначения.

Объектом интереса (далее просто *объектом*) называется связанная область пикселей, для которых выполнены условия принадлежности к объектам интереса (например, условие принадлежности яркости к заданному диапазону).

Введем функцию:

$$p(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{если пиксел } (x,y) \text{ принадлежит объекту} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Все пиксели, не относящиеся к объектам, относятся к фону.

Включением фона внутри объекта (далее просто *включением*) называется связанная область пикселей внутри объекта.

Введем функцию:

$$h(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{если пиксел } (x,y) \text{ принадлежит включению} \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Центральные моменты порядка $p+q$ для объекта вычисляются по формуле:

$$I_{pq} = \sum_{x,y} (x - xc)^p * (y - yc)^q * p(x, y),$$

где xc, yc – центр масс объекта,

$$xc = \sum_{x,y} x * p(x, y) / S,$$

$$yc = \sum_{x,y} y * p(x, y) / S,$$

S – сумма всех пикселей объекта,

$$S = \sum_{x,y} p(x, y).$$

Три центральных момента 2-го порядка (I_{20}, I_{02}, I_{11}) называют также моментами инерции.

Ниже для описания всех вычисляемых признаков используются таблицы следующего формата.

№	НАЗВАНИЕ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	Значение для объекта с рис. ?1
Описание			

Для определенности установлен масштаб, при котором 1 пиксел равен 1 мкм.

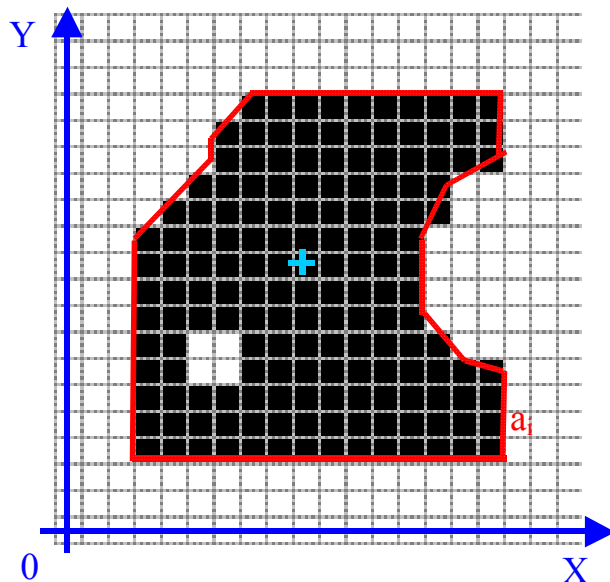


Рис. 109.

2. Площади и периметры.

1	Площадь	S	161 мкм ²
Сумма всех пикселей объекта: $S = \sum_{x,y} p(x,y)$.			

2	Полная площадь	S_o	165 мкм ²
Сумма всех пикселей объекта и всех пикселей включений фона внутри объекта: $S_o = \sum_{x,y} p(x,y) + h(x,y)$.			

3	Площадь включений	S_h	4 мкм ²
Сумма всех пикселей включений фона внутри объекта: $S_h = \sum_{x,y} h(x,y)$.			

4	Площадь выпуклой оболочки	S_c	183 мкм ²
Площадь минимального по площади выпуклого многоугольника, содержащего все пиксели объекта. Для нахождения выпуклого многоугольника используется алгоритм “заворачивания подарка”.			

5	Периметр	P	55.4 мкм
Сумма длин отрезков прямой a_i , которые аппроксимируют внешнюю границу объекта: $P = \sum_i a_i$.			
Пример аппроксимации показан на Рис. 109.			

6	Периметр выпуклой оболочки	P_c	52.1 мкм
Периметр минимального по площади выпуклого многоугольника, содержащего все пиксели объекта.			

7	Количество включений	N_p	1
Количество связных областей фона внутри объекта.			

3. Размеры.

8	Длина	L	17.7 мкм
Длина проекции объекта на большую ось эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект. Пример см. на Рис. 110.			

9	Ширина	W	15.7 мкм
Длина проекции объекта на малую ось эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект. Пример см. на Рис. 110.			

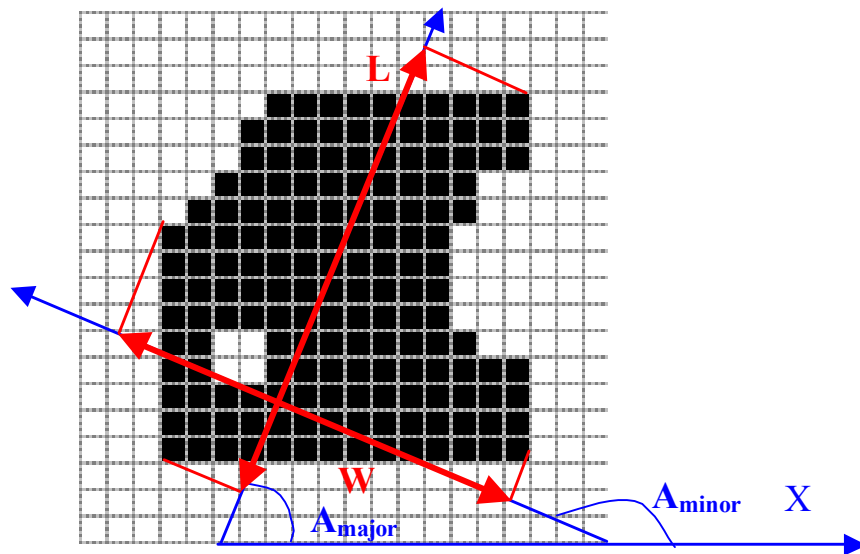


Рис. 110.

10	Длина экв.	L_{eq}	16.7 мкм
Длина большой оси эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект:			
$L_{eq} = 2 \sqrt{\frac{2(I_{20} + I_{02} + \sqrt{(I_{20} - I_{02})^2 + 4I_{11}^2})}{I_{00}}}$			

11	Ширина экв.	W_{eq}	14.2 мкм
Длина малой оси эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект: $W_{eq} = 2\sqrt{\frac{2(I_{20} + I_{02} - \sqrt{(I_{20} - I_{02})^2 + 4I_{11}^2})}{I_{00}}}$			

12	Радиус мин.	R_{min}	4.6 мкм
Минимальное расстояние от центра масс до отрезков, аппроксимирующих границу объекта. Пример см. на Рис. 111			

13	Радиус макс.	R_{max}	10.1 мкм
Максимальное расстояние от центра масс до отрезков, аппроксимирующих границу объекта. Пример см. на Рис. 111.			

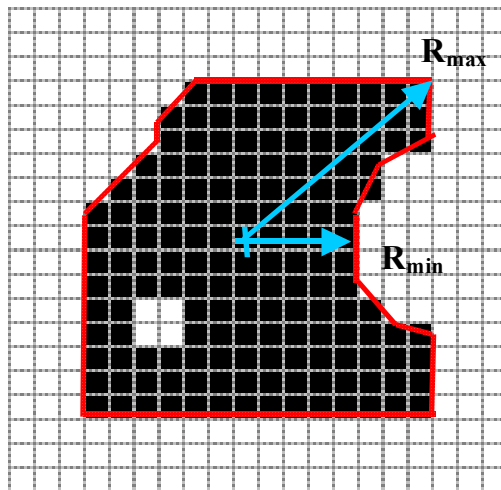


Рис. 111.

14	Радиус экв.	R_{eq}	7.2 мкм
Радиус круга с площадью S: $R_{eq} = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$			

15	Диаметр экв.	D_{eq}	14.4 мкм
Диаметр круга с площадью S: $D_{eq} = 2\sqrt{\frac{S}{\pi}}$			

16	Диаметр Фере макс.	F_{max}	19.1 мкм
Максимальная из длин проекций на 64 оси. Оси направлены под углами $\pi \cdot i / 64$, где $i=0..63$. Пример см. на Рис. 112.			

17	Диаметр Фере мин.	F_{min}	14 мкм
Минимальная из длин проекций на 64 оси. Пример см. на Рис. 112.			

18	Диаметр Фере сред.	F_{avg}	16.6 мкм
Среднее из длин проекций на 64 оси.			

19	Диаметр Фере гориз.	F_x	14 мкм
Длина проекции на ось X. Пример см. на Рис. 112.			

20	Диаметр Фере верт.	F_y	14 мкм
Длина проекции на ось Y. Пример см. на Рис. 112.			

21	Диаметр Фере орт. макс.	$F_{ort max}$	16.4 мкм
Длина проекции на ось ортогональную оси, длина проекции на которую максимальна. Пример см. на Рис. 112.			

21	Диаметр Фере орт. мин.	$F_{ort min}$	14 мкм
Длина проекции на ось ортогональную оси, длина проекции на которую минимальна. Пример см. на Рис. 112.			

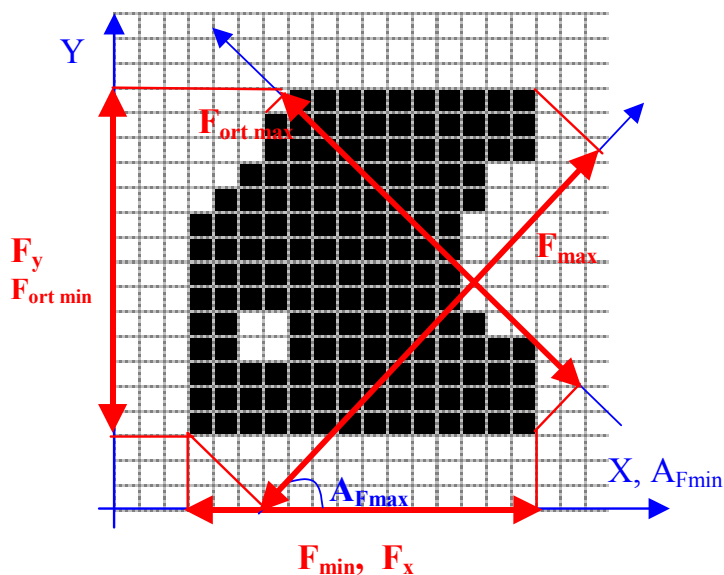


Рис. 112.

22	Длина ленты	L_r	19.4 мкм
Характеризует размер большей стороны прямоугольника, у которого одна сторона много больше другой:			
$L_r = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$			

23	Ширина ленты	W_r	8.3 мкм
Характеризует размер меньшей стороны прямоугольника, у которого одна сторона много больше другой:			
$W_r = \frac{P - \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$			

24	Диаметр Мартина гориз.	M_x	11 мкм
Длина горизонтальной хорды объекта, разбивающей объект на 2 части равной площади.			

25	Диаметр Мартина верт.	M_y	13 мкм
Длина вертикальной хорды объекта, разбивающей объект на 2 части равной площади.			

4. Расположение и ориентация.

26	Центр масс (X)	x_c	9.41 мкм
X координата центра масс объекта:			
$x_c = \sum_{x,y} x * p(x, y) / S$			
На Рис. 109 центр масс обозначен крестиком.			

27	Центр масс (Y)	y_c	10.1 мкм
Y координата центра масс объекта:			
$y_c = \sum_{x,y} y * p(x, y) / S$			
На Рис. 109 центр масс обозначен крестиком.			

28	Угол макс. диаметра Фере	A_{Fmax}	42.2 град.
Угол оси, длина проекции на которую максимальна.			

29	Угол мин. диаметра Фере	A_{Fmin}	0 град.
Угол оси, длина проекции на которую минимальна.			

30	Угол большой оси	A_{major}	69 град.
Угол ориентации большой оси эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект:			
$A_{major} = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{2I_{11}}{I_{20} - I_{02}}\right).$			
Пример см. на Рис. 110.			

31	Угол малой оси	A_{minor}	159 град.
Угол ориентации малой оси эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект:			
$A_{minor} = A_{major} + \frac{\pi}{2}.$			
Пример см. на Рис. 110.			

32	Касание гран. ОИ	B_{ROI}	
Равен 1, если объект касается области интереса (ОИ), 0 – в противном случае.			

5. Коэффициенты формы

33	Коэффициент округлости 1	K_{r1}	1.23
Отношение периметра объекта к периметру круга с той же площадью. Для круга близок к 1.			
$K_{r1} = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}.$			

34	Коэффициент округлости 2	K_{r2}	1.17
Отношение момента инерции объекта к моменту инерции круга с той же площадью. Для круга близок к 1.			
$K_{r2} = \frac{2\pi I_{11}}{S^2}.$			

35	Коэффициент эллиптичности	K_e	0.864
Отношение площади объекта к площади эллипса, имеющего такие же моменты инерции, как и объект. Для эллипса близок к 1.			
$K_e = \frac{4S}{\pi L_{eq} W_{eq}}.$			

36	Коэффициент компактности	K_a	0.747
Отношение площади объекта к площади описанного вокруг него круга:			
$K_a = \frac{4S}{\pi F_{avg}^2}.$			

37	Коэффициент удлинения 1	K_{l1}	1.36
Отношение максимального и минимального диаметров Фере объекта:			
$K_{l1} = \frac{F_{\max}}{F_{\min}}.$			

38	Коэффициент удлинения 2	K_{l2}	1.18
Отношение эквивалентных длины и ширины объекта:			
$K_{l2} = \frac{L_{eq}}{W_{eq}}.$			

39	Коэффициент выпуклости	K_c	0.878
Отношение площади к площади выпуклой оболочки:			
$K_c = \frac{S}{S_c}.$			

40	Коэффициент извилистости	K_s	1.06
Отношение периметра к периметру выпуклой оболочки:			
$K_c = \frac{P}{P_c}.$			

41	Коэффициент заполненности	K_f	0.602
Отношение площади объекта к площади описывающего прямоугольника:			
$K_f = \frac{S}{F_{\max} F_{\min}}.$			

42	Коэффициент плотности	K_h	0.978
Отношение площади к полной площади объекта:			
$K_h = 1 - \frac{S}{S_o}.$			

6. Яркость

43	Яркость средняя	B_{avg}	
Средняя яркость пикселей объекта.			

44	Яркость макс.	B_{max}	
Максимальная яркость пикселей объекта.			

45	Яркость мин.	B_{min}	
Минимальная яркость пикселей объекта.			

46	СКО яркости	B_{StdDev}	
Среднеквадратичное отклонение яркости пикселей объекта.			

7. Характеристики изображения в целом.

7.1. Число объектов N_o .

7.2. Площадь области интереса S_r .

7.3. Суммарная площадь объектов S_o :

$$S_o = \sum_{i=1}^{N_o} S_i .$$

7.4. Коэффициент заполнения K_{fg} – отношение суммарной площади всех объектов к площади области интереса:

$$K_{fg} = \frac{\sum_{i=1}^{N_o} S_i}{S_r} .$$

7.5. Концентрация C – отношение числа объектов к площади области интереса:

$$C = \frac{N_o}{S_r} .$$

7.6. Число Эйлера E – число объектов на изображении минус число включений внутри объектов:

$$E = N_o - \sum_{i=1}^{N_o} N_p^i .$$