Описание изображений

Описание

Дескрипторы

Простые дескрипторы

- Длина
- Диаметр

$$Diam(B) = \max_{i,j}[D(p_i, p_j)]$$

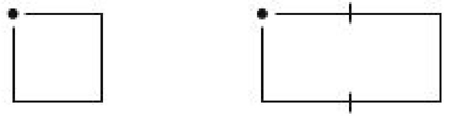
- Эксцентриситет
- Кривизна

Нумерация фигур

Номер фигуры - минимальное числовое представление разности кода границы

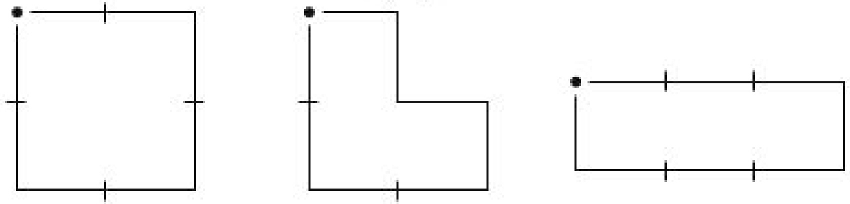
Порядок n номера фигуры - число цифр в его записи

	Порядок 4	Порядок 6



Цепной код:	0 3 2 1	0 0 3 2 2 1
Разность первого порядка:	3 3 3 3	3 0 3 3 0 3
Номер фигуры:	3 3 3 3	0 3 3 0 3 3

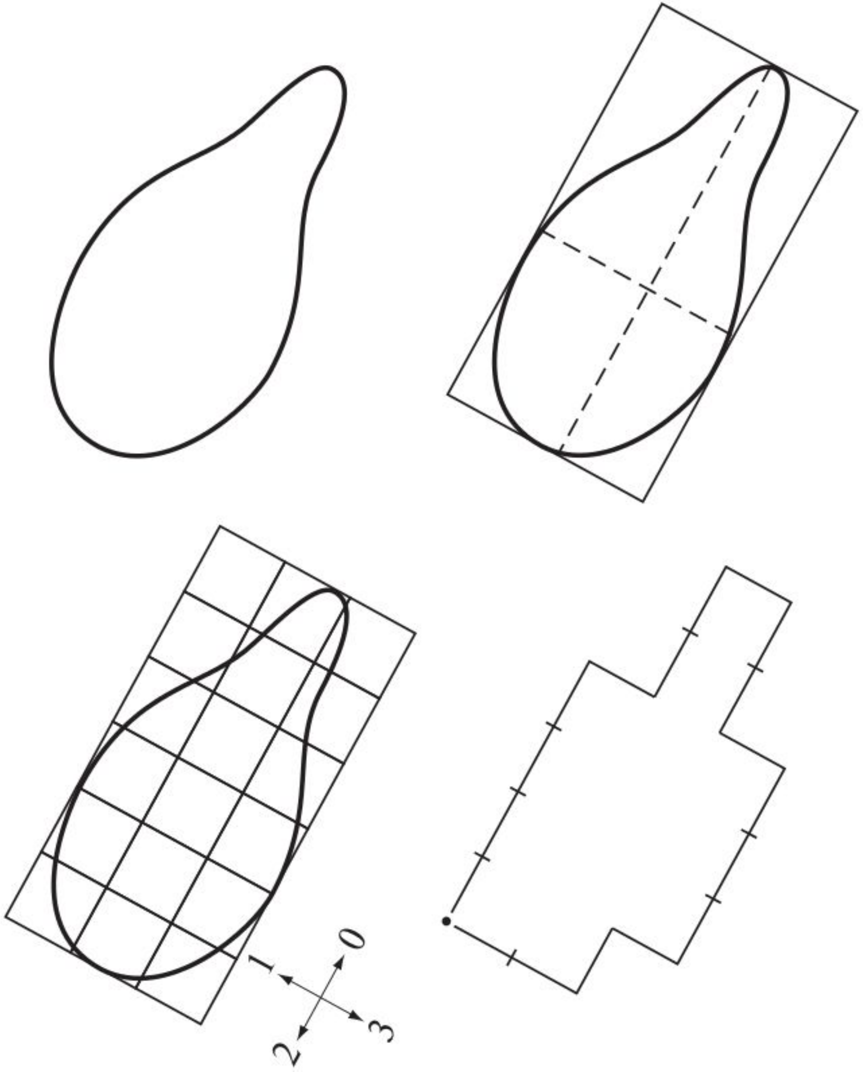
Порядок 8



Цепной код:	0 0 3 3 2 2 1 1	0 3 0 3 2 2 1 1	0 0 0 3 2 2 2 1
Разность первого порядка:	3 0 3 0 3 0 3 0	3 3 1 3 3 0 3 0	3 0 0 3 3 0 0 3
Номер фигуры:	0 3 0 3 0 3 0 3	0 3 0 3 3 1 3 3	0 0 3 3 0 0 3 3

Пример

$n = 18$

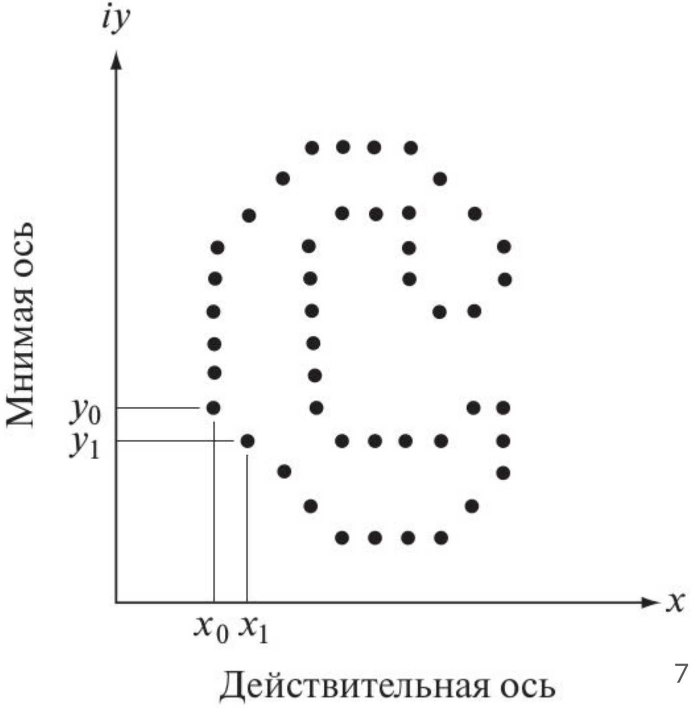


Фурье-дескрипторы

$$s(k) = [x(k), y(k)]$$

$$s(k) = x(k) + iy(k)$$

$$a(u) = \sum_{k=0}^{K-1} s(k) e^{-i2\pi ku/K}$$



$$s(k) = \frac{1}{K} \sum_{u=0}^{K-1} a(u) e^{i2\pi ku/K}$$

$$\hat{s}(k) = \frac{1}{K} \sum_{u=0}^{P/2-1} a(u) e^{i2\pi ku/K} + a(u) e^{i2\pi k(u+\frac{K}{2})/K}$$

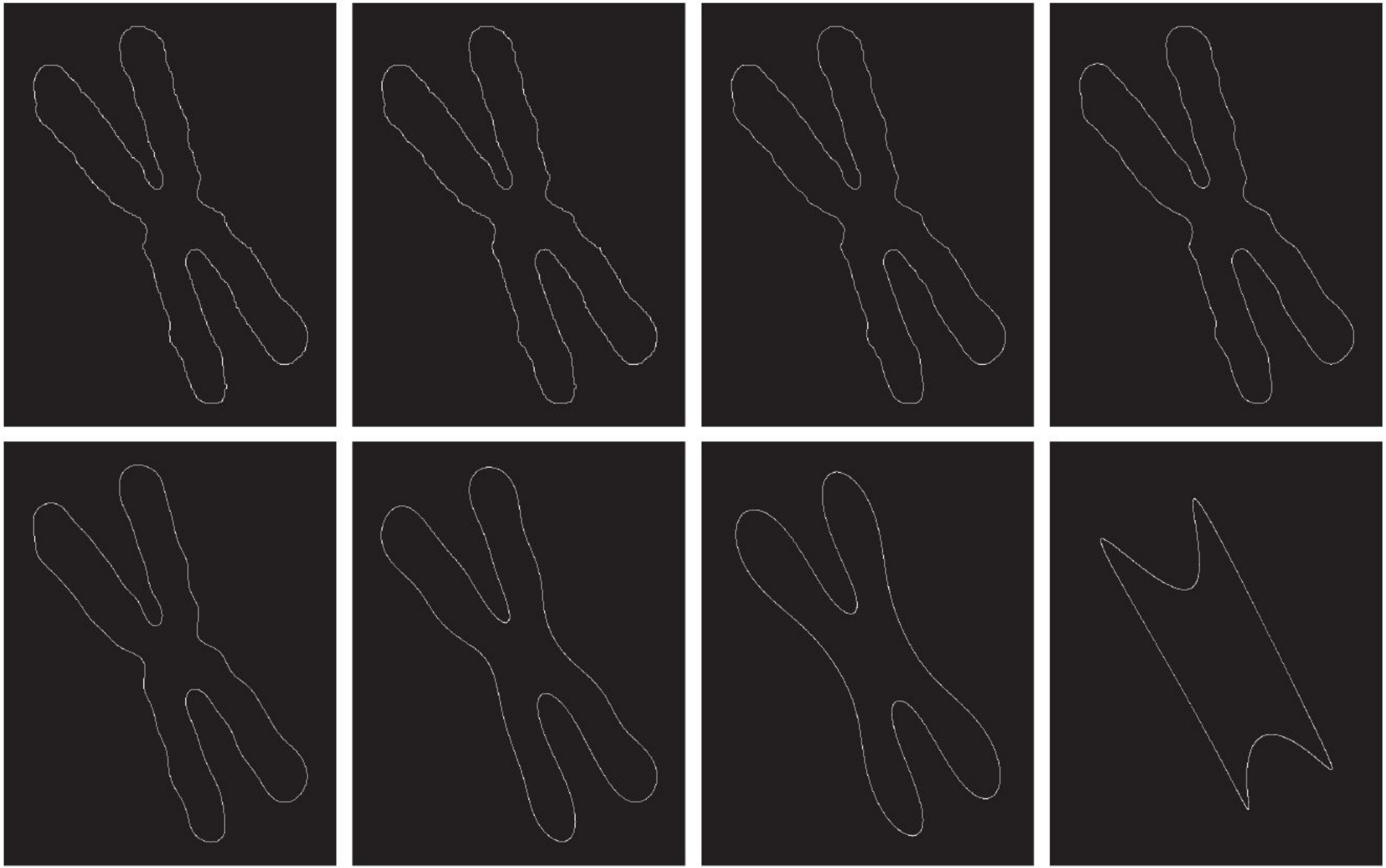
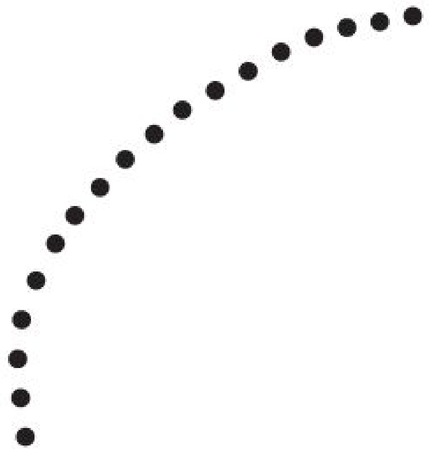
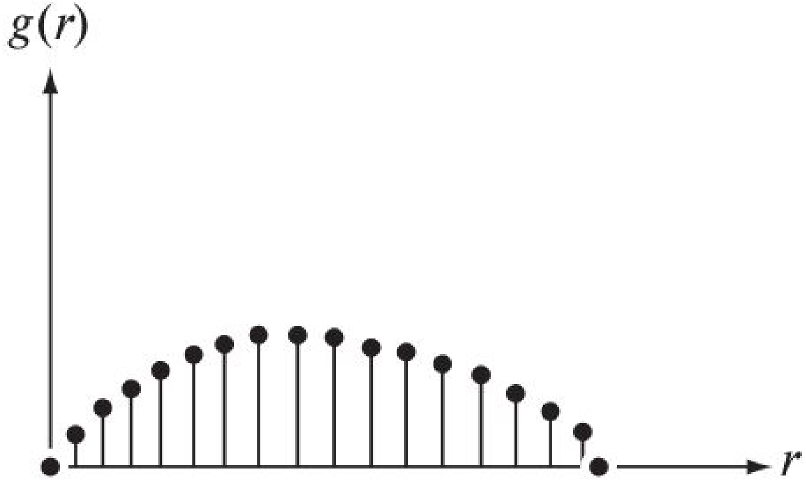


Таблица 11.1. Основные свойства дескрипторов Фурье

Преобразование	Граница	Фурье-дескрипторы
Тождественное	$s(k)$	$a(u)$
Поворот	$s_r(k) = s(k)e^{i\theta}$	$a_r(u) = a(u)e^{i\theta}$
Параллельный перенос	$s_t(k) = s(k) + \Delta_{xy}$	$a_t(u) = a(u) + \Delta_{xy}\delta(u)$
Изменение масштаба	$s_s(k) = \alpha s(k)$	$a_s(u) = \alpha a(u)$
Смена начальной точки	$s_p(k) = s(k - k_0)$	$a_p(u) = a(u)e^{-i2\pi k_0 u/K}$

Статистические характеристики





$$\mu_n(\nu) = \sum_{i=0}^{A-1} (\nu_i - m)^n p(\nu_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{A-1} \nu_i p(\nu_i)$$

μ_2 - дисперсия ν_i

$$\mu_n(r) = \sum_{i=0}^{K-1} (r_i - m)^n g(r_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{K-1} r_i g(r_i)$$

μ_2 - разброс от-но ср. значения *r*

μ_3 - симмет-ть кривой от-но ср.значения *r*

Анализ

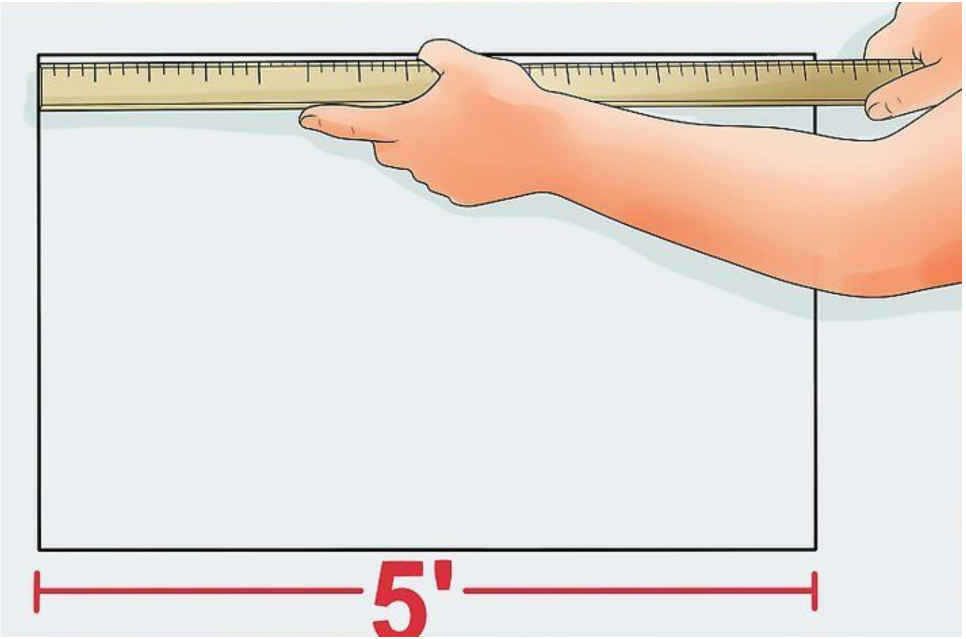
- Простота
- “Физическая” интерпретация формы границы
- Инвариантность к повороту
- Легкость масштабирования

Дескрипторы областей

Простые дескрипторы

- Площадь
- Периметр
- Компактность области
- Коэффициент округлости
- Яркостные характеристики

Площадь, периметр



Компактность области

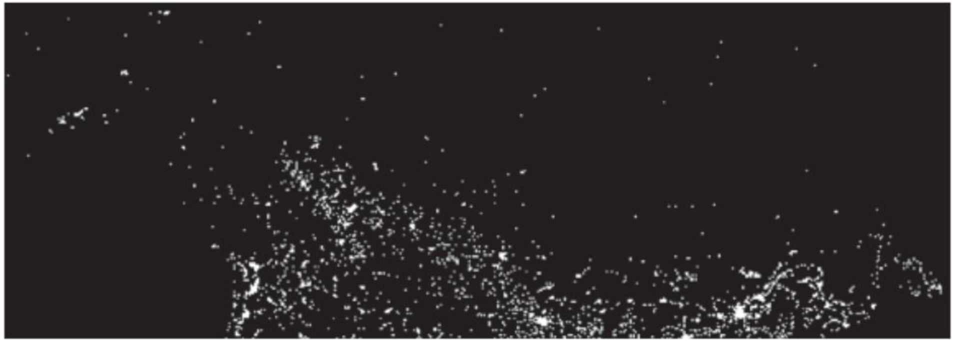
$$\frac{P^2}{S}$$

Коэффициент округлости

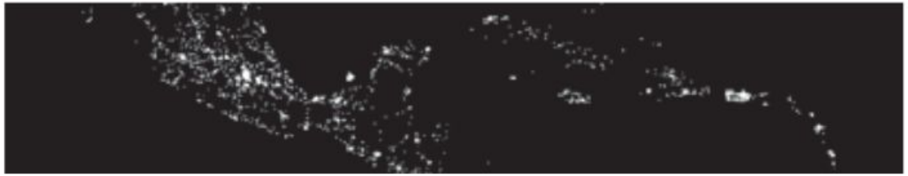
$$\frac{S}{S_c}$$

S_c - площадь круга с периметром P

$$R_c = \frac{4\pi S}{P^2}$$

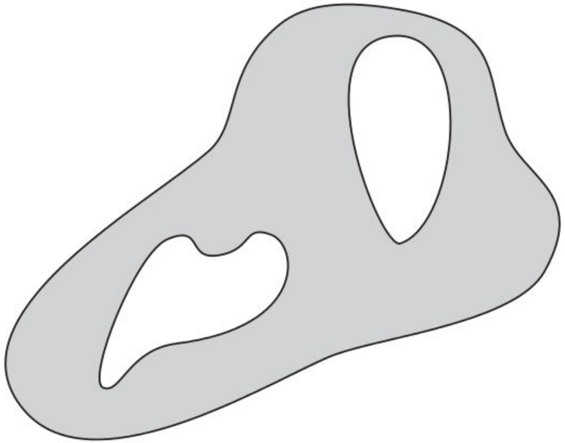


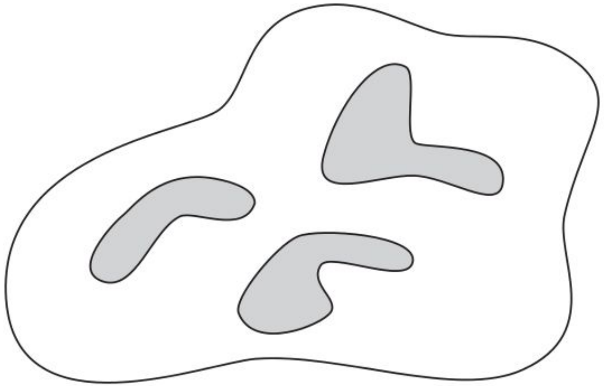
Номер региона (сверху вниз)	Доля освещенной площади от всей освещенной площади
1	0,204
2	0,640
3	0,049
4	0,107



Топологические дескрипторы

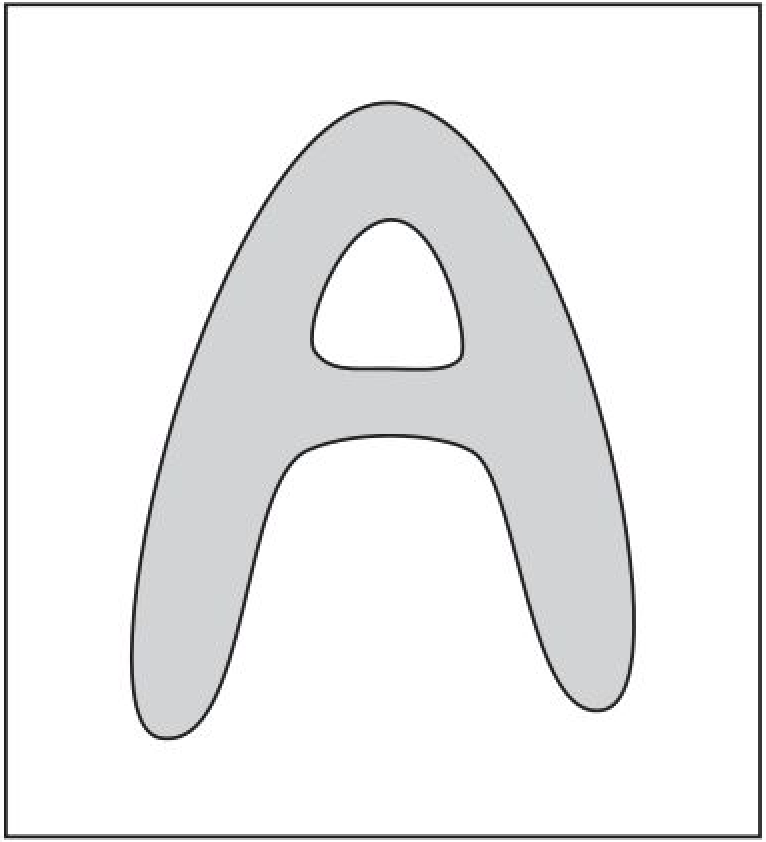
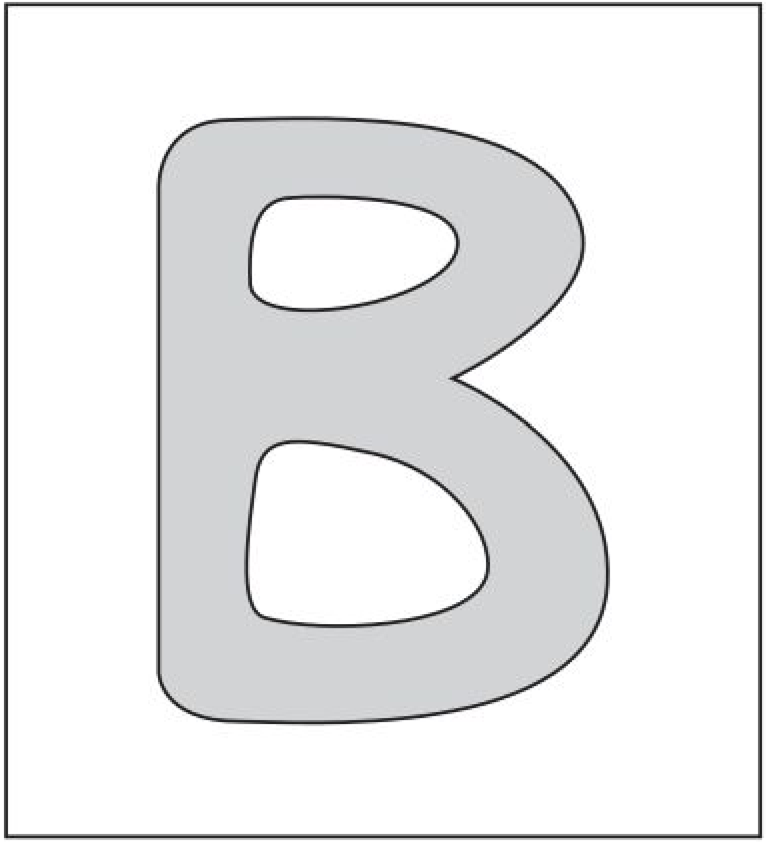
Топология изучает свойства фигур, на которые не влияют любые их непрерывные деформации





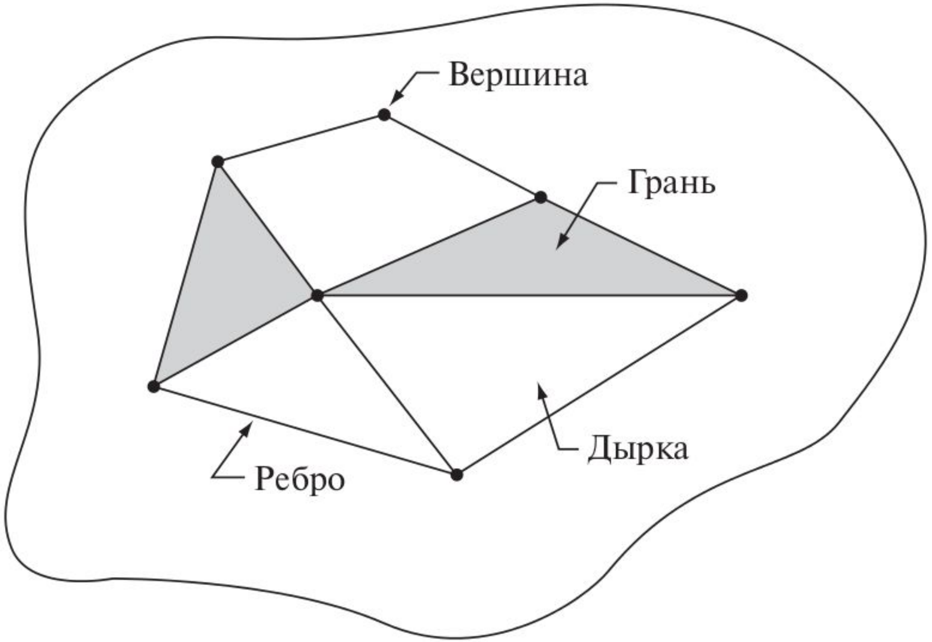
Топологические свойства

- Число связных областей ***C***
- Число дырок ***H***
- Число Эйлера ***E = C - H***

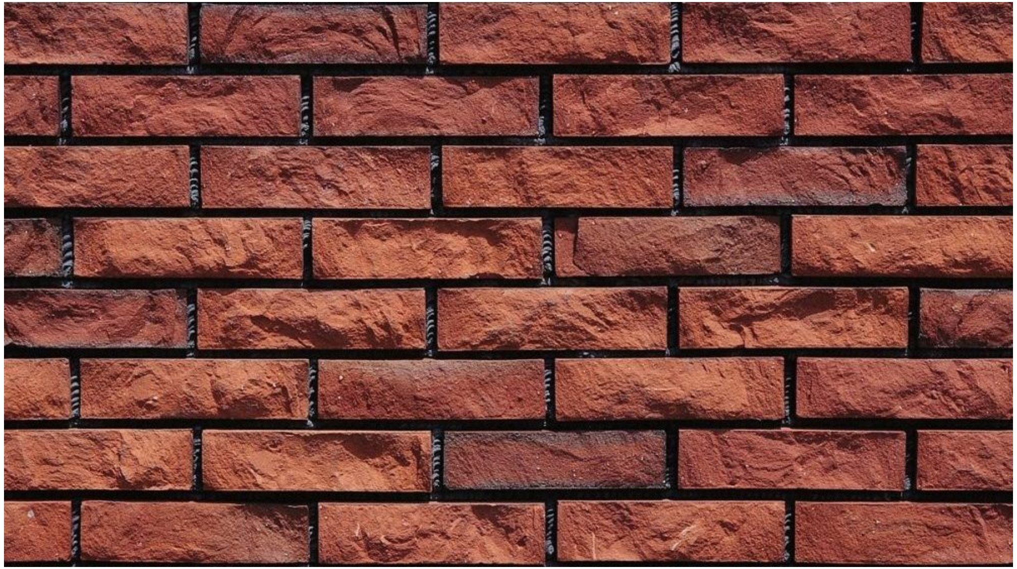

A

B

Формула Эйлера

$$V - Q + F = \\ = C - H$$



Текстурные дескрипторы



Описание структуры

- Статистический подход
- Структурный подход
- Спектральный подход

Спектральный подход

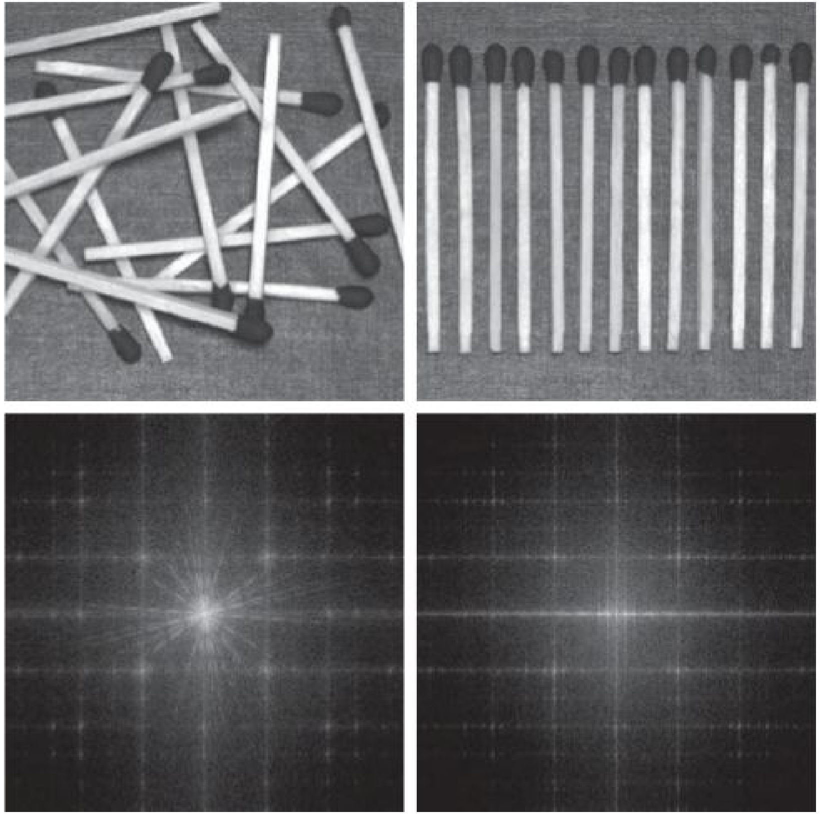
Полезные свойства:

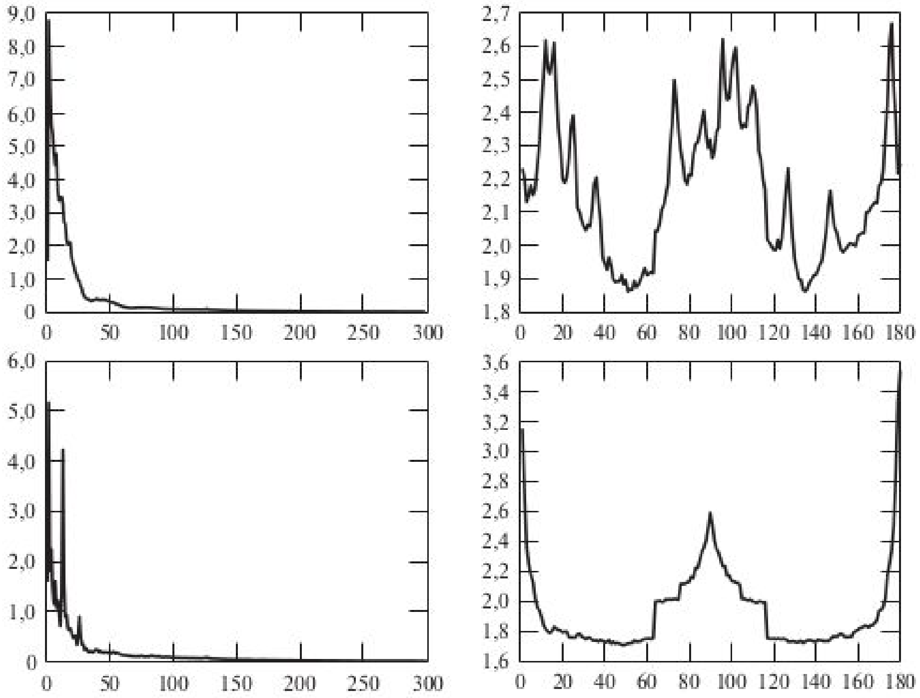
1. Угловая координата выступающего пика спектра (в полярном представлении) указывает направление соответствующей текстурной составляющей
2. Местоположение пиков на частотной плоскости даёт основной пространственный период структуры
3. После устранения периодических составляющих остаются только непериодические компоненты.

Спектральный подход

$$S(r) = \sum_{\theta=0}^{\pi} S_\theta(r)$$

$$S(\theta) = \sum_{r=0}^{R_0} S_r(\theta)$$




9,0 8,0 7,0 6,0 5,0 4,0 3,0 2,0 1,0 0
0 50 100 150 200 250 300
2,7 2,6 2,5 2,4 2,3 2,2 2,1 2,0 1,9 1,8
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180
6,0 5,0 4,0 3,0 2,0 1,0 0
0 50 100 150 200 250 300
3,6 3,4 3,2 3,0 2,8 2,6 2,4 2,2 2,0 1,8 1,6
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180

Инварианты моментов двумерных функций

$$m_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y)$$

$$\mu_{pq} = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y)$$

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2$$

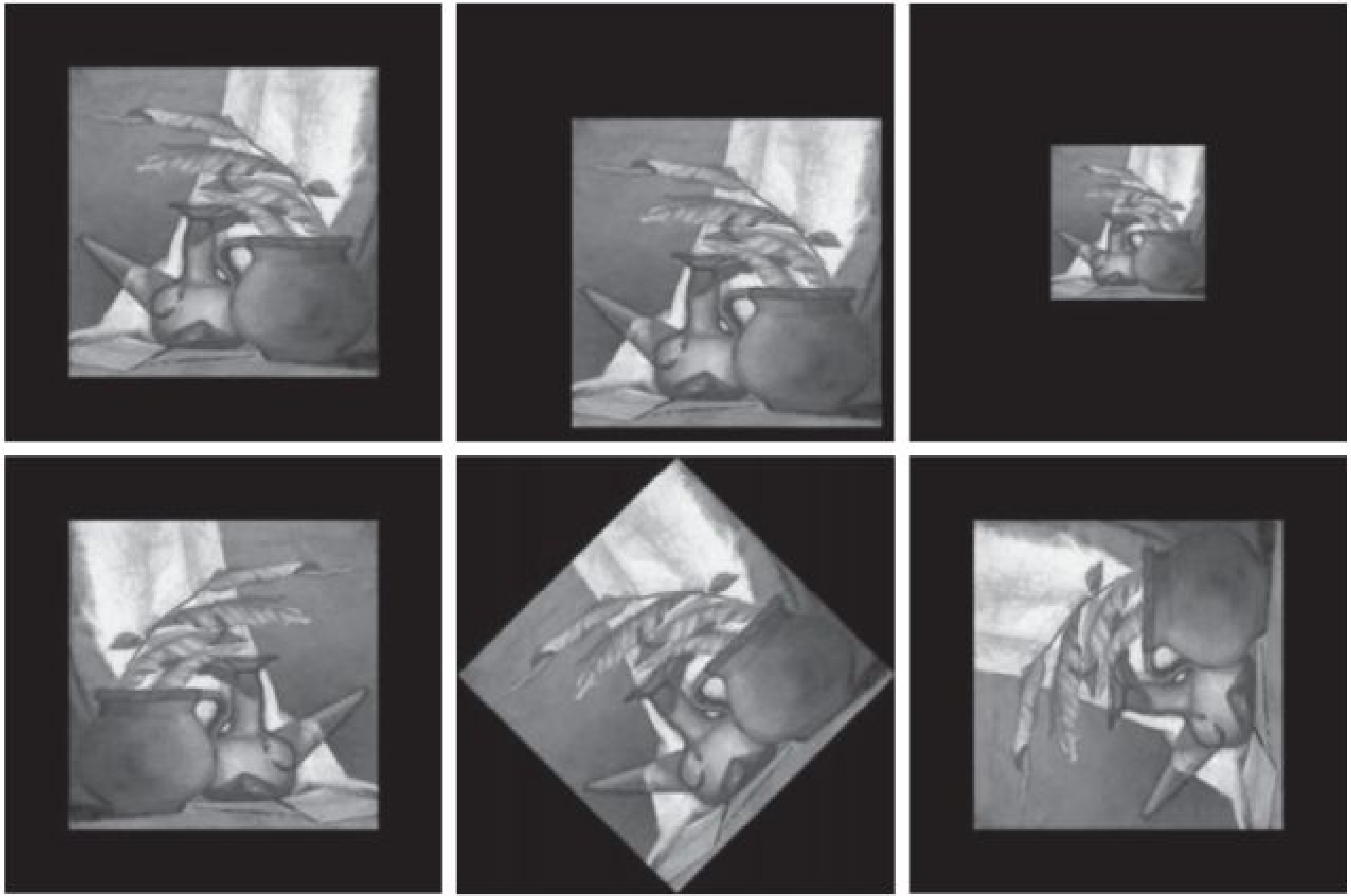
$$\phi_4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2$$

$$\begin{aligned}\phi_5 = {} & (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + \\ & + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})\left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right]\end{aligned}$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})$$

$$\begin{aligned}\phi_7 = {} & (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{12} + \eta_{30})\left[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\right] + \\ & + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03})\left[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\right]\end{aligned}$$

Пример



Инвариант	Исходное изображение	Сдвиг	Половинный размер	Зеркальное отражение	Поворот на 45°	Поворот на 90°
ϕ_1	2,8662	2,8662	2,8664	2,8662	2,8661	2,8662
ϕ_2	7,1265	7,1265	7,1257	7,1265	7,1266	7,1265
ϕ_3	10,4109	10,4109	10,4047	10,4109	10,4115	10,4109
ϕ_4	10,3742	10,3742	10,3719	10,3742	10,3742	10,3742
ϕ_5	21,3674	21,3674	21,3924	21,3674	21,3663	21,3674
ϕ_6	13,9417	13,9417	13,9383	13,9417	13,9417	13,9417
ϕ_7	–20,7809	–20,7809	–20,7724	20,7809	–20,7813	–20,7809

Использование главных компонент

Вектор математического ожидания для генеральной совокупности

$$\mathbf{m_x} = E\{\mathbf{x}\}$$

Ковариационная матрица

$$\mathbf{C_x} = E\{(\mathbf{x} - \mathbf{m_x})(\mathbf{x} - \mathbf{m_x})^{\mathbf{T}}\}$$

Использование главных компонент

Приближенная оценка вектора математического ожидания

$$\mathbf{m_x} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K}\mathbf{x}_k$$

Ковариационная матрица

$$\mathbf{C_x} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K}\mathbf{x}_k\mathbf{x}_k^T - \mathbf{m}_k\mathbf{m}_k^T$$

Пример

$$\mathbf{x}_1 = (0, 0, 0)^T$$
$$\mathbf{x}_2 = (1, 0, 0)^T$$
$$\mathbf{x}_3 = (1, 1, 0)^T$$
$$\mathbf{x}_4 = (1, 0, 1)^T$$

Пример

$$\mathbf{m_x} = \frac{1}{4}\begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{C_x} = \frac{1}{16}\begin{bmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ 1 & -1 & 3 \end{bmatrix}$$

Преобразование Карунена-Лоэва

$$\mathbf{y} = \mathbf{A}(\mathbf{x} - \mathbf{m_x})$$

$$\mathbf{m_y} = 0$$

$$\mathbf{C_y} = \mathbf{A}\mathbf{C_x}\mathbf{A}^T$$

Преобразование Карунена-Лоэва

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}^T \mathbf{y} + \mathbf{m_x}$$

$$\hat{\mathbf{x}} = \mathbf{A}_k^T \mathbf{y} + \mathbf{m_x}$$

$$e_{ms} = \sum_{j=1}^{n} \lambda_j - \sum_{j=1}^{k} \lambda_j = \sum_{j=k+1}^{n} \lambda_j$$

Пример

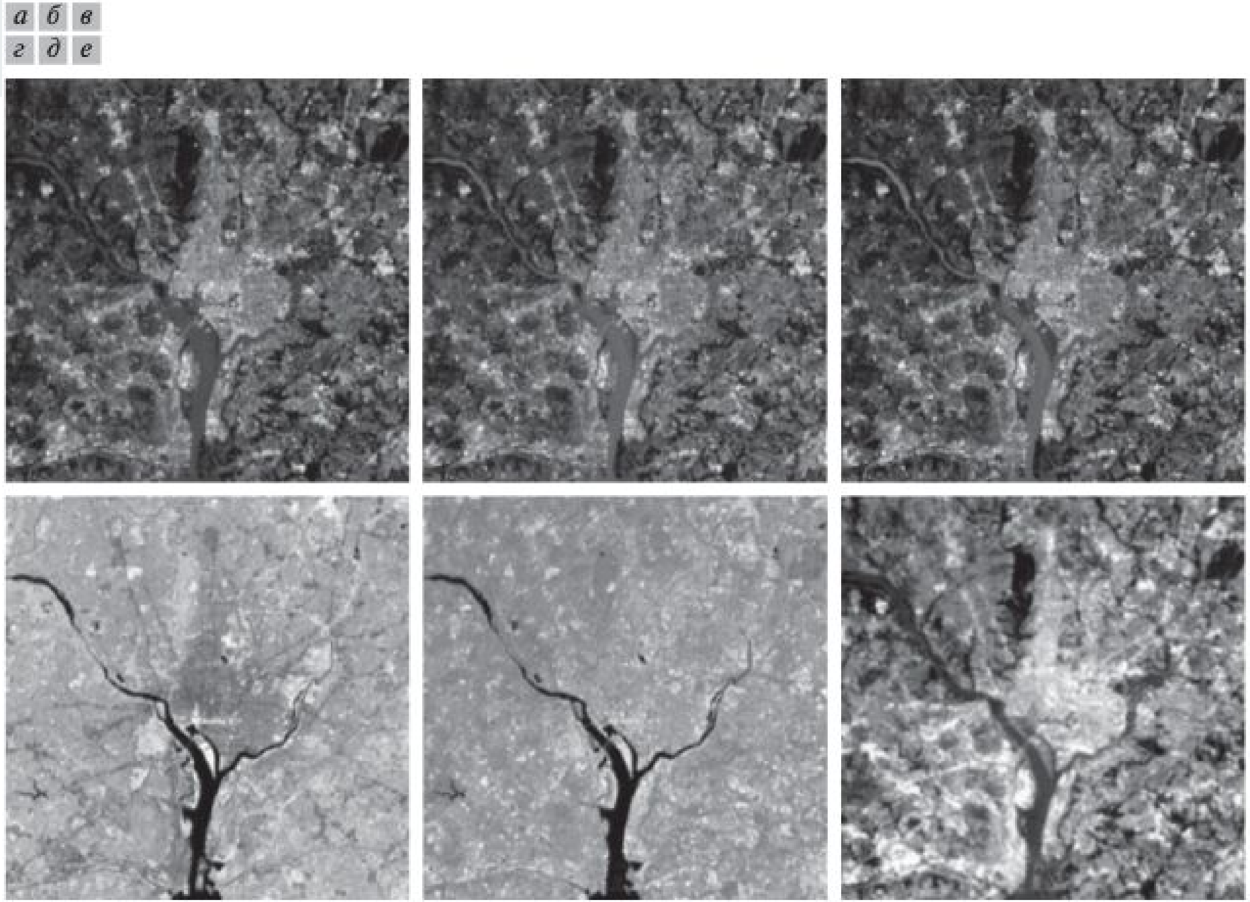
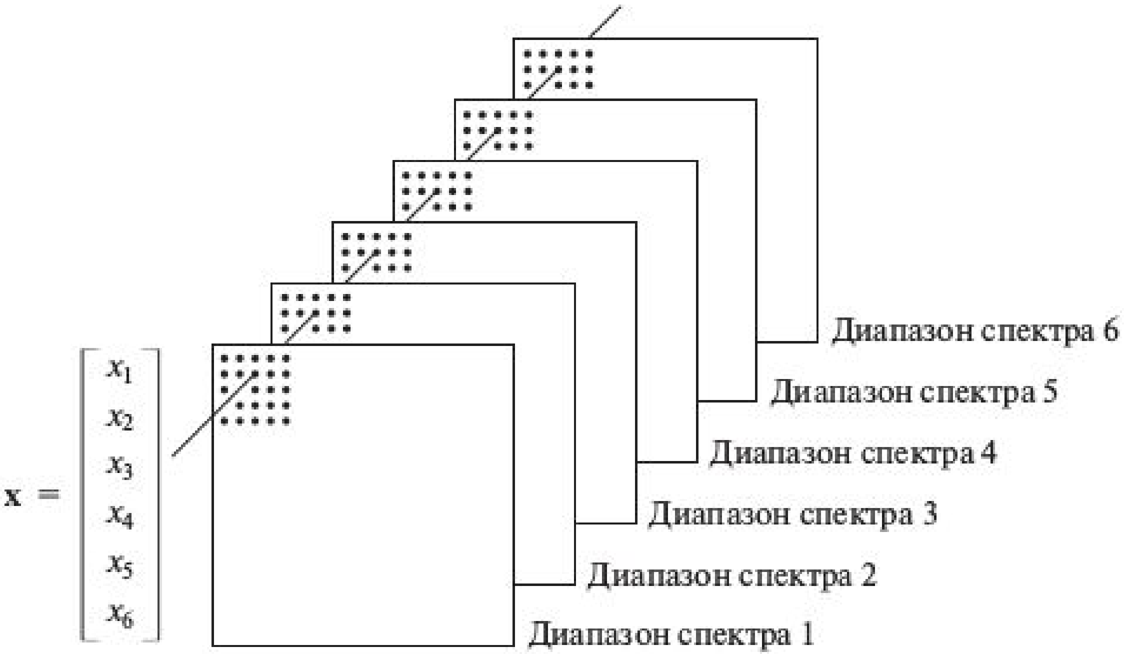
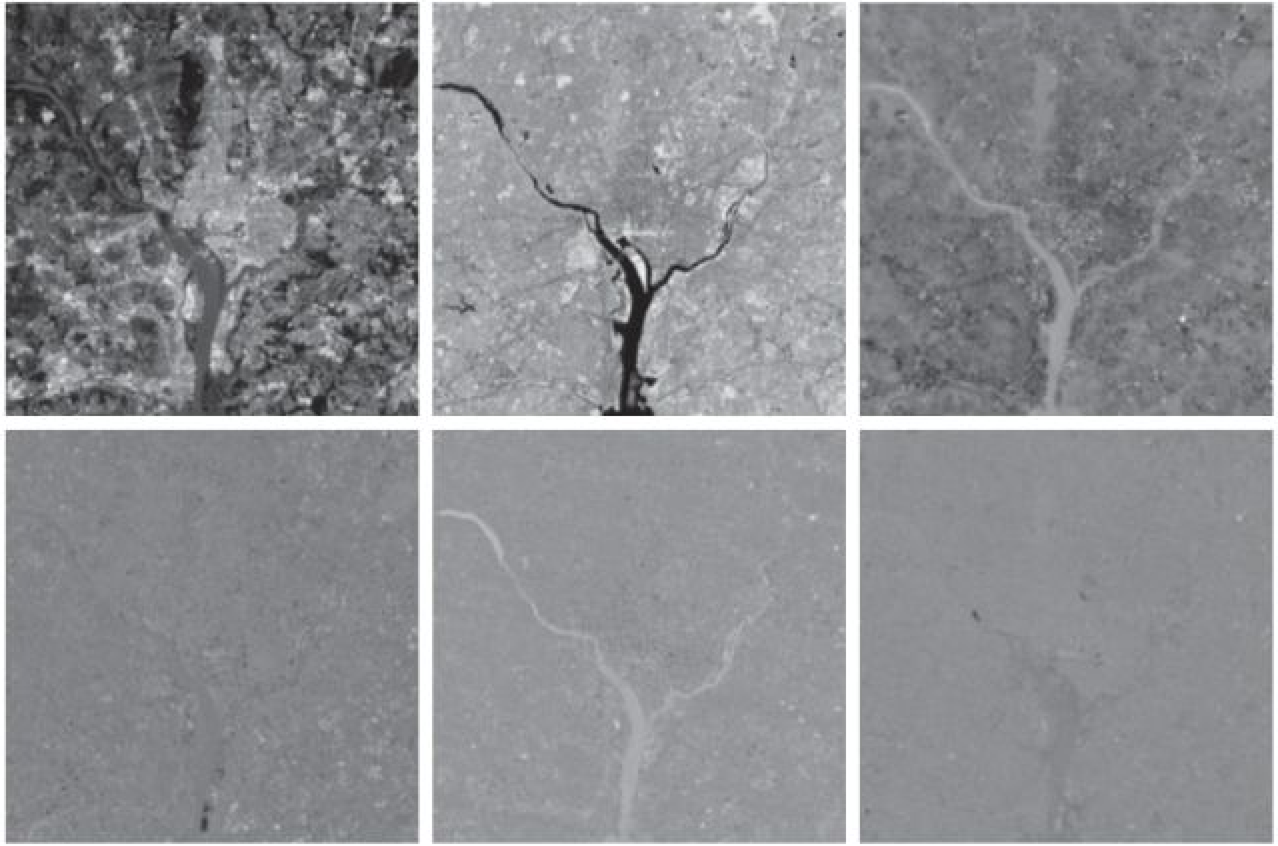


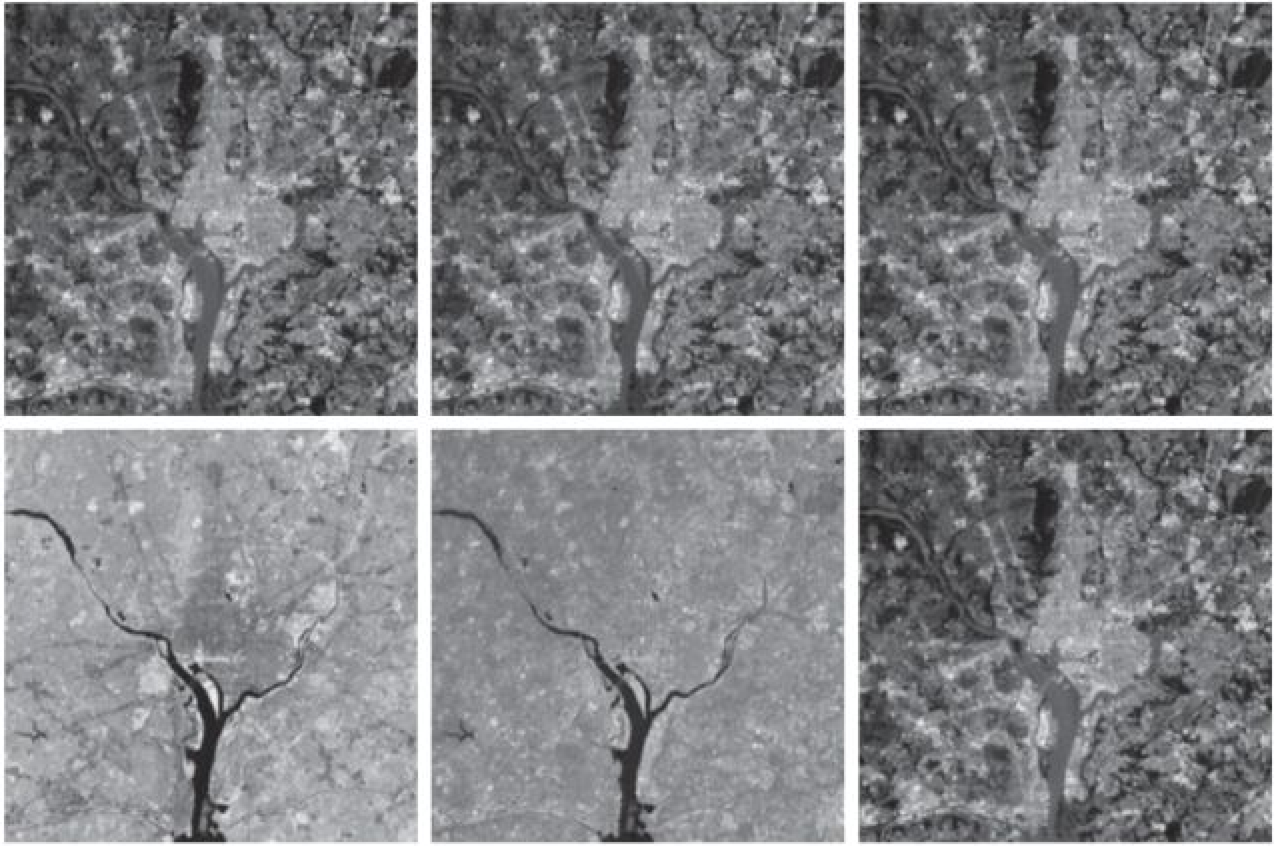
Рис. 11.38. Компоненты мультиспектрального изображения в (*а*) видимом синем, (*б*) видимом зеленом, (*в*) видимом красном, (*г*) ближнем инфракрасном, (*д*) среднем инфракрасном и (*е*) тепловом инфракрасном диапазонах. (Изображения предоставлены агентством NASA)

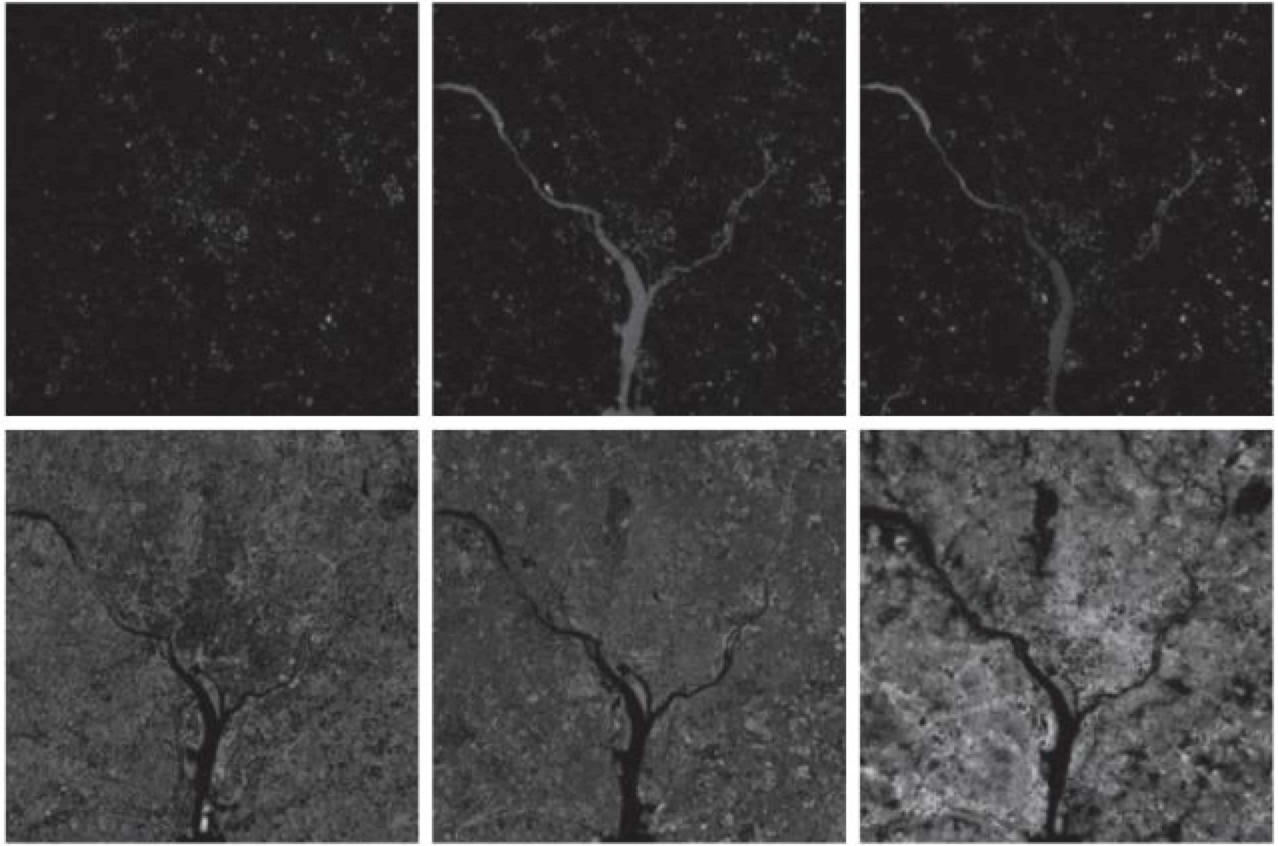
Пример



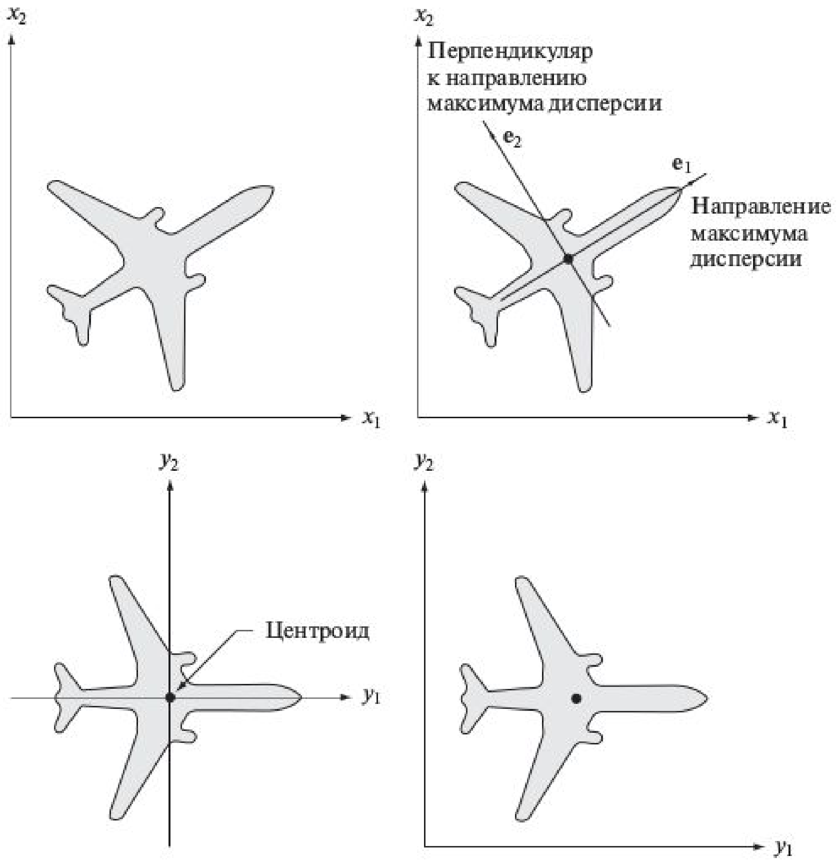
λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6
10344	2966	1401	203	94	31





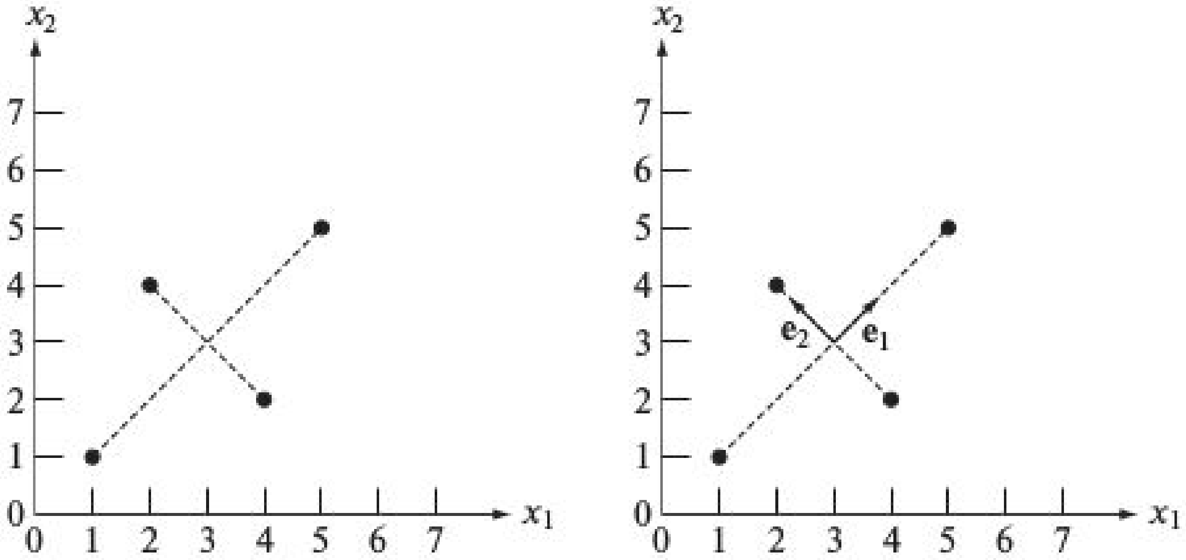


Пример



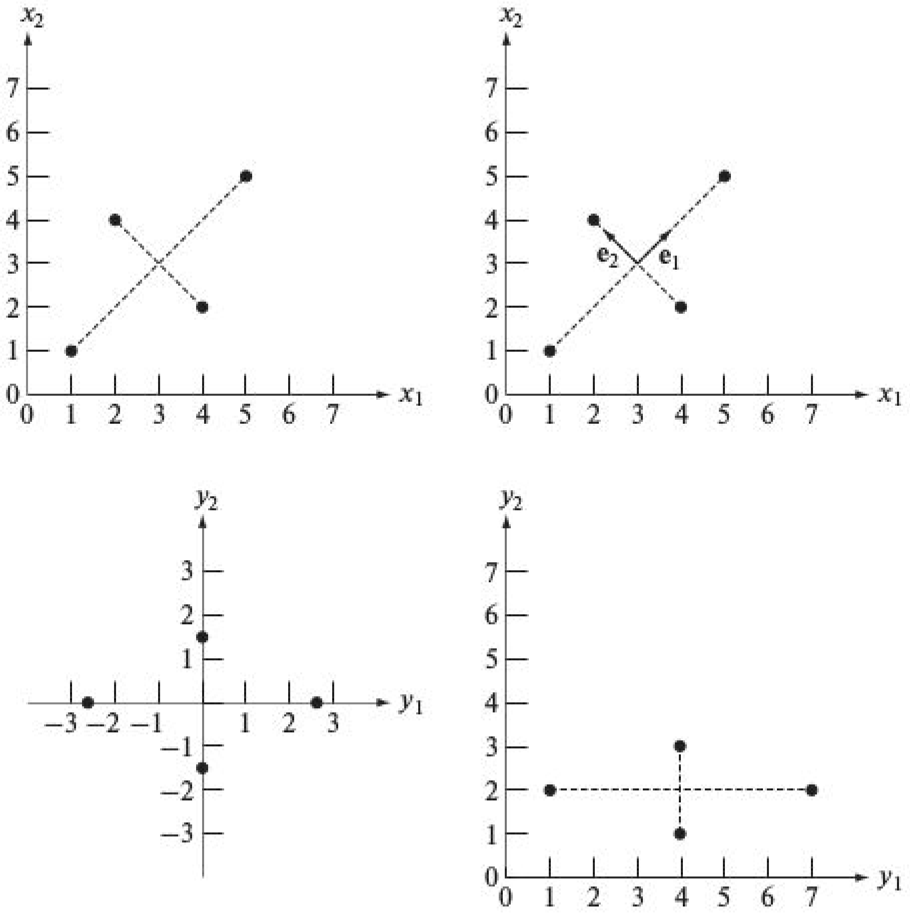
x_2
x_1
Перпендикуляр
к направлению
максимума дисперсии
$\mathbf{e}_2$
$\mathbf{e}_1$
Направление
максимума
дисперсии
y_2
y_1
Центроид

Пример



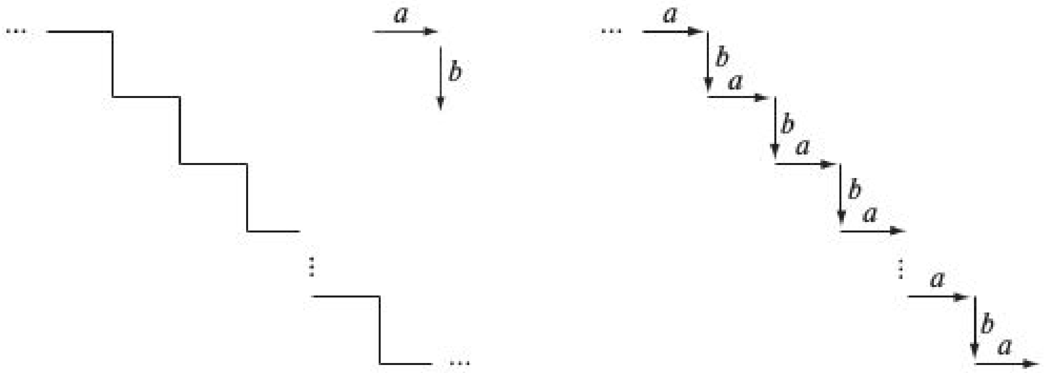
x_2
7
6
5
4
3
2
1
0
0 1 2 3 4 5 6 7
x_1
x_2
7
6
5
4
3
2
1
0
$\mathbf{e}_2$
$\mathbf{e}_1$
0 1 2 3 4 5 6 7
x_1

Пример

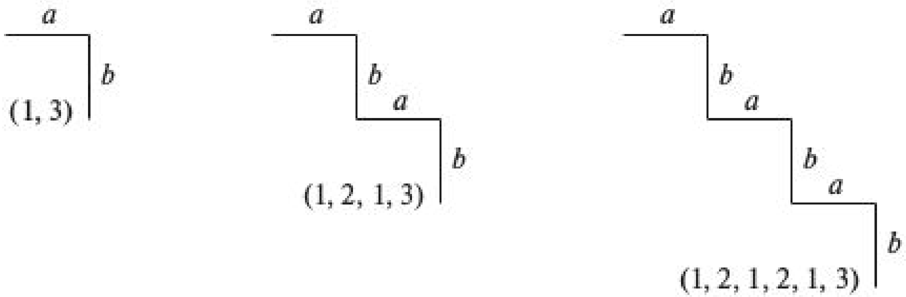


Реляционные дескрипторы

Цель: зафиксировать в форме правил подстановки элементарные конфигурации, которые повторяются на границе или внутри области



Простая ступенчатая структура. Структура в закодированном виде

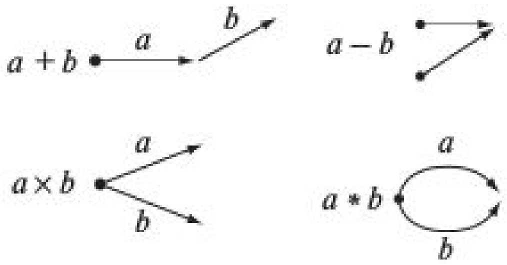


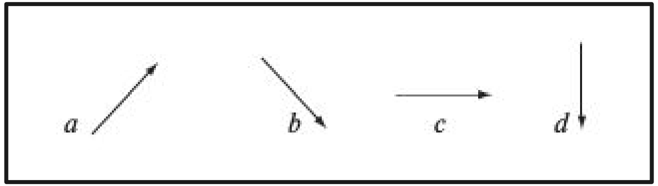
Примеры порождения для системы правил $S \to aA$, $A \to bS$ и $A \to b$

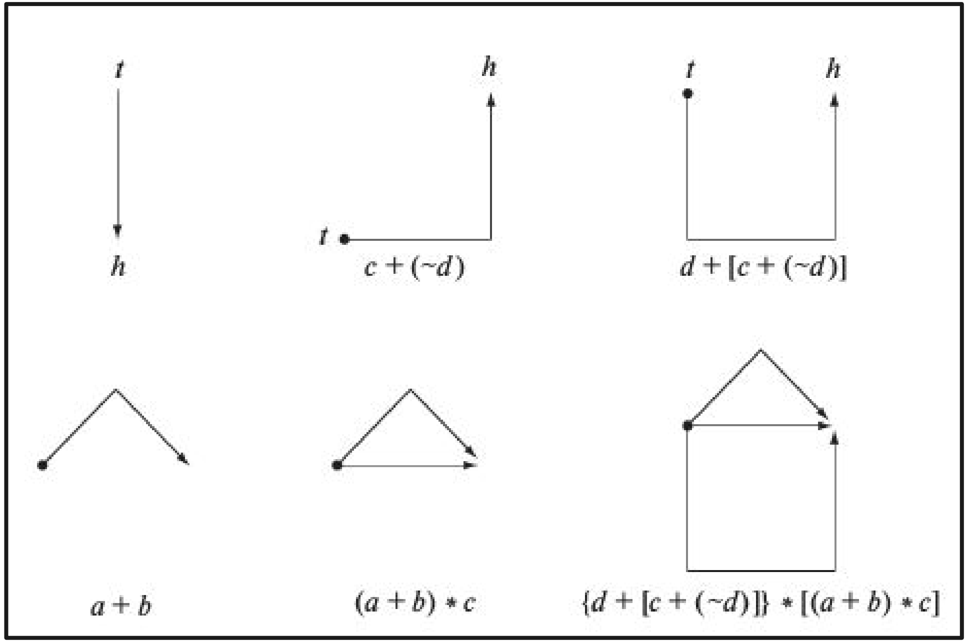
Отслеживание контура объекта

С кодированием результата отрезками заданного направления и/или длины

Направленные отрезки







Деревья