

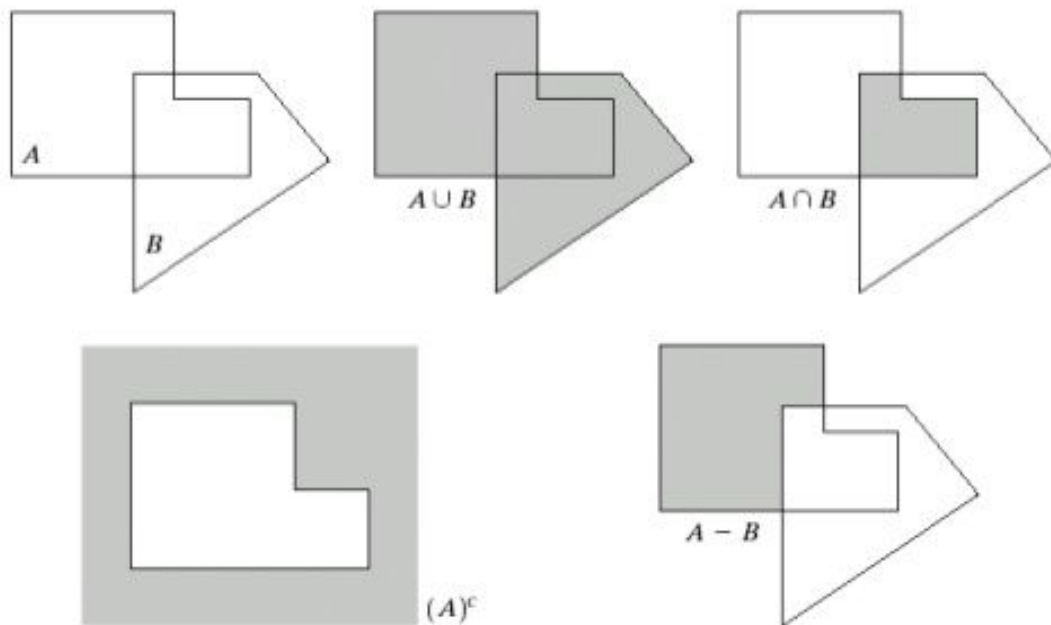
# Морфологическая обработка

Работа с бинарными  
изображениями  $(0, 1)$

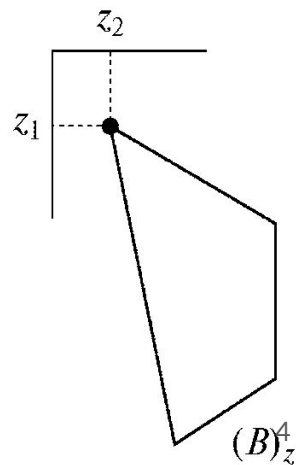
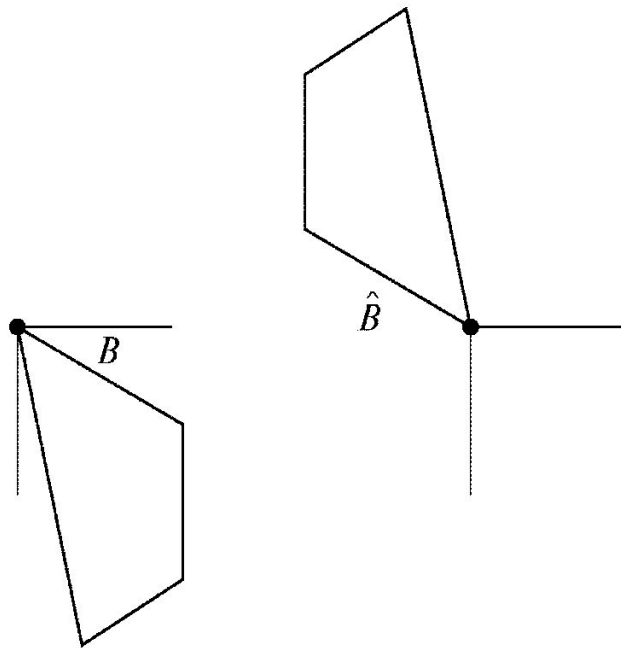
$$A = \{(x, y) \mid I(x, y) = 1\}$$

$A$  - подмножество двумерного  
целочисленного пространства с  
элементами  $w = (x, y)$ .

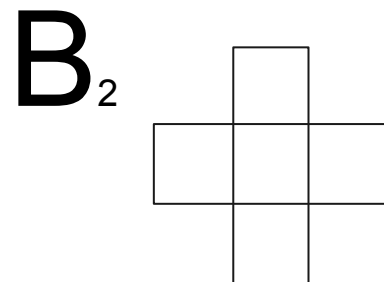
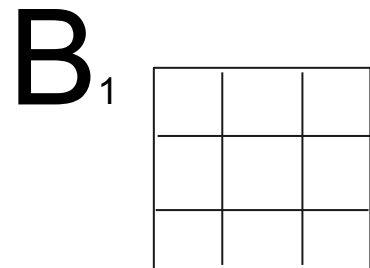
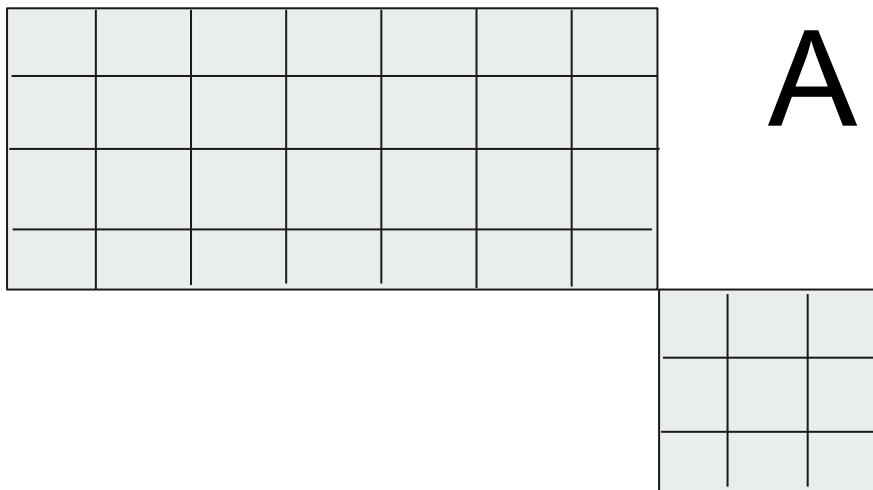
# Базовые операции теории множеств



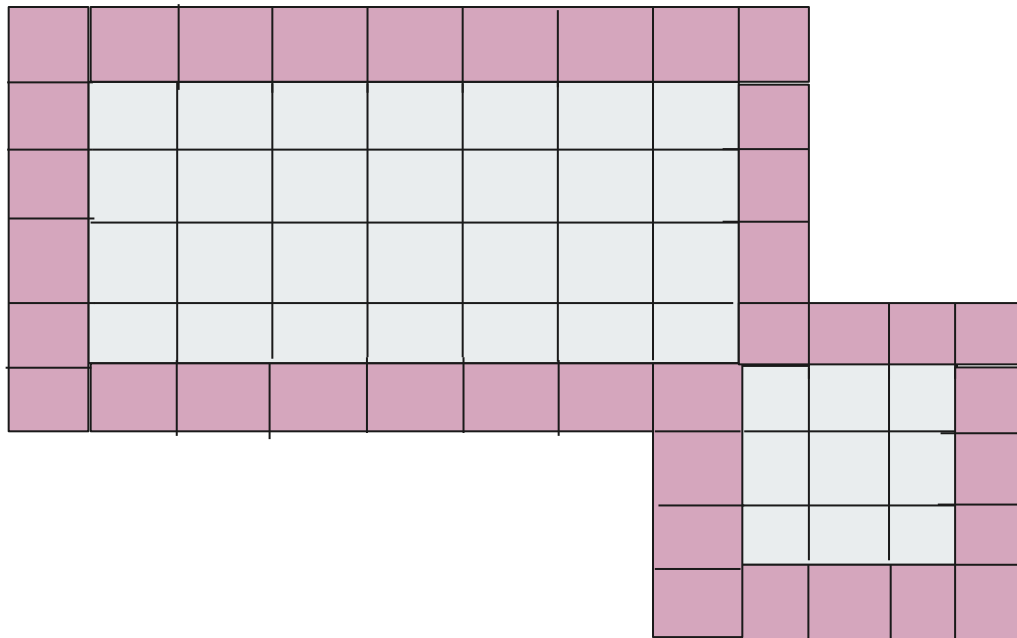
- Центральное отражение
- Параллельный перенос



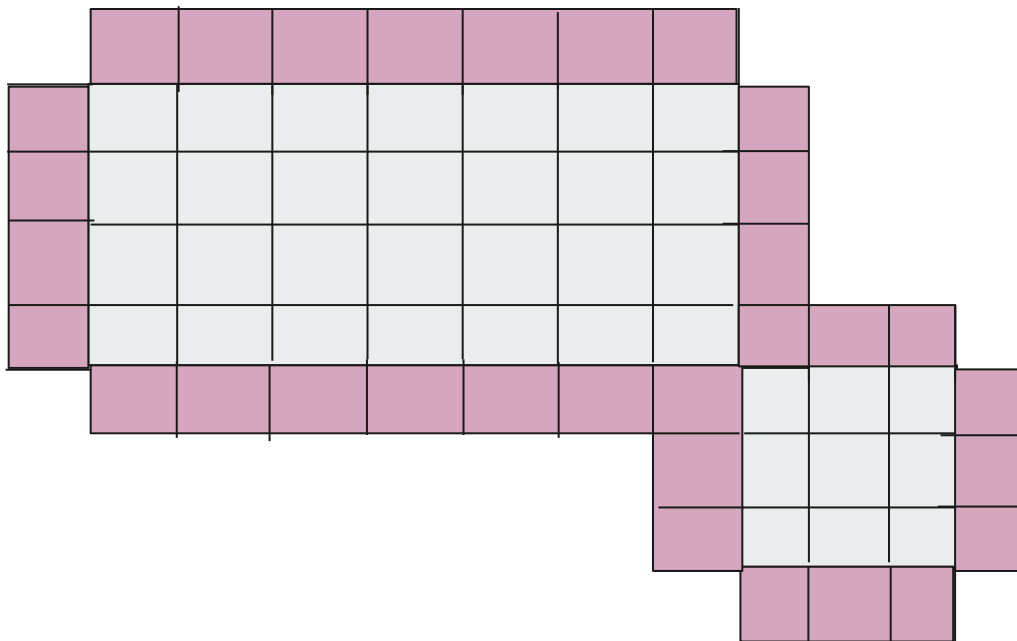
# Дилатация



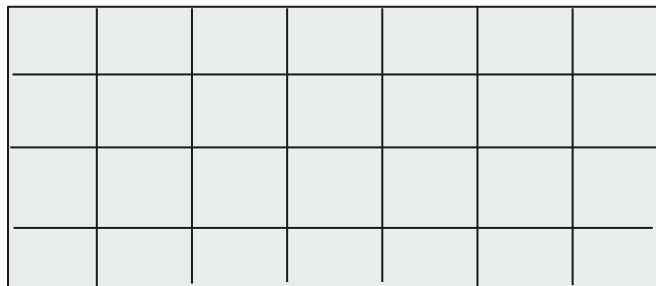
# Дилатация



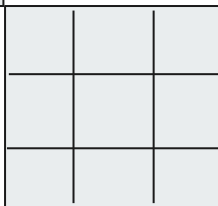
# Дилатация



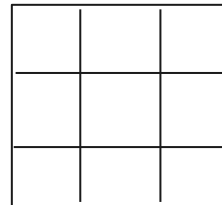
# Эрозия



A

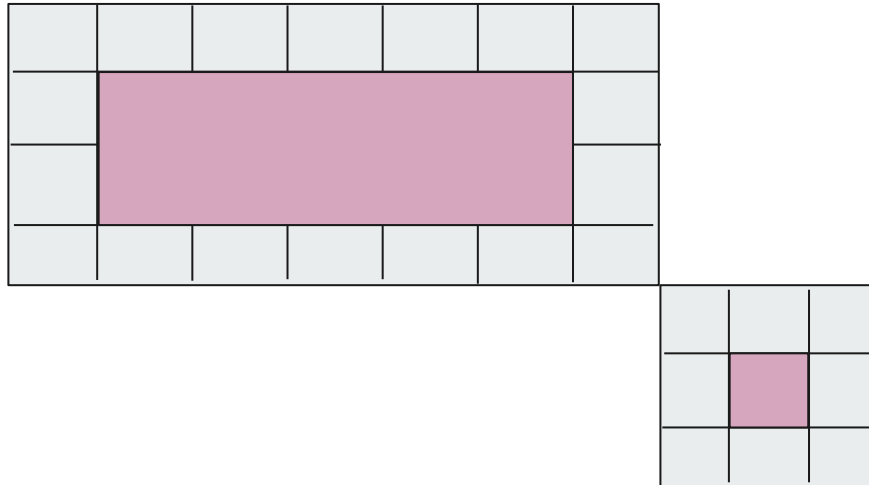


В





# Эрозия





# Замыкание/размыкание

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B$$

# Свойства двойственности

$$(A \ominus B)^c = A^c \oplus \hat{B}$$

$$(A \bullet B)^c = A^c \circ \hat{B}$$

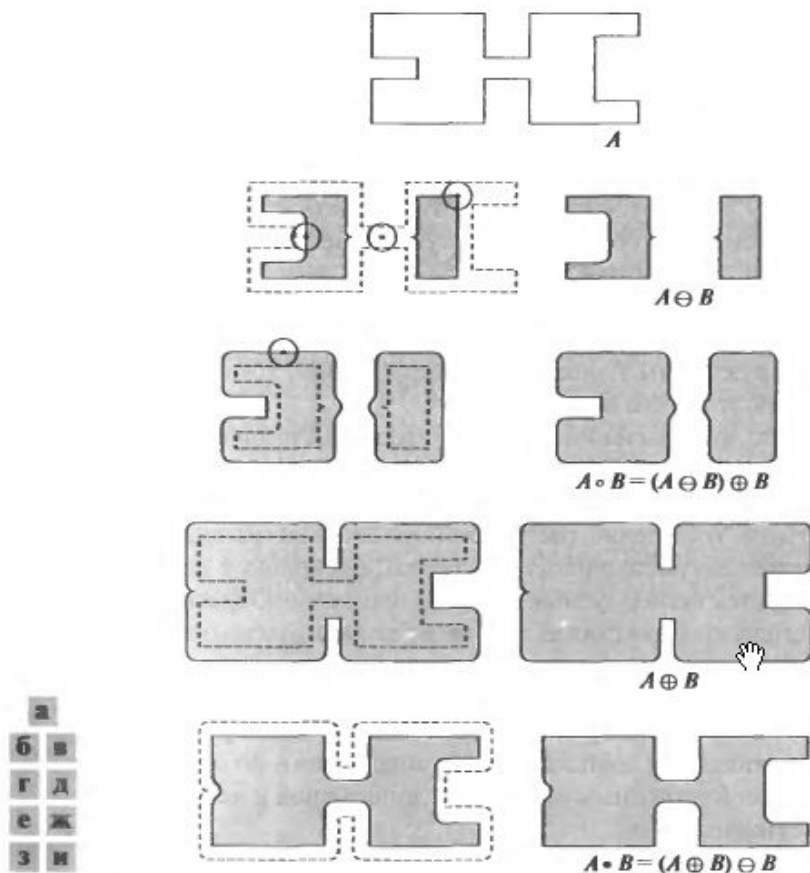




Рис. 9.10. Морфологические размыкание и замыкание. Используется примитив в форме небольшого круга, показанного в различных положениях на рисунках (б) и (г). Темная точка в центре круга указывает положение начала координат примитива.



# Морфологические алгоритмы обработки бинарных изображений

## Выделение границ


$$C = A \setminus A \ominus B$$



# Морфологические алгоритмы обработки бинарных изображений

## Заполнение границ

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A^c$$



# Морфологические алгоритмы обработки бинарных изображений

## Выделение СВЯЗНЫХ областей

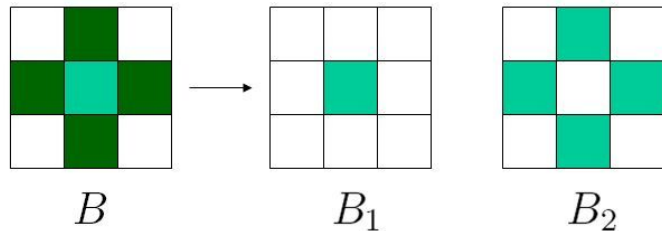
$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A$$

# Hit-or-Miss

Hit-or-miss :  $X \otimes B = (X \ominus B_1) \cup (X^c \ominus B_2)$

$$B = (B_1, B_2)$$

*Bi-phase structuring element*



“Hit” part  
(white)

“Miss” part  
(black)



---

# Морфологическая обработка полутонных изображений

# Дилатация

$$(f \oplus b)(s, t) =$$

$$= \max \left\{ f(s-x, t-y) + b(x, y) \mid (s-x, t-y) \in D_f; (x, y) \in D_b \right\},$$

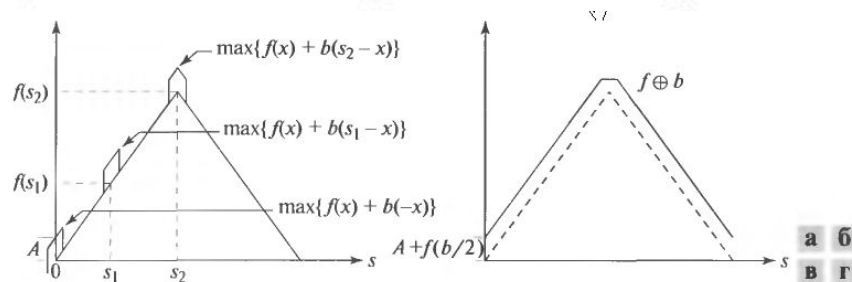
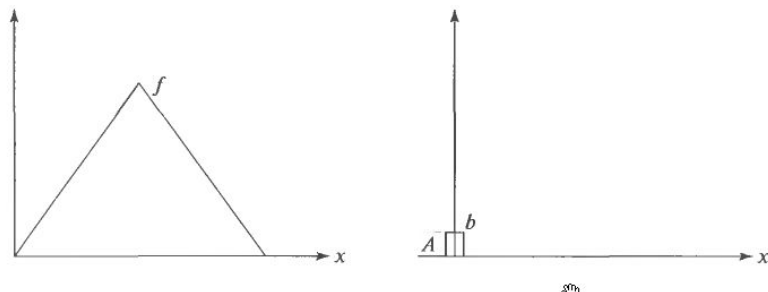
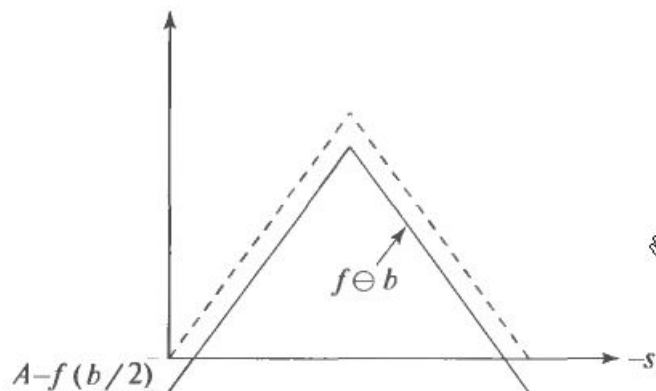



Рис. 9.27. (а) Простая функция. (б) Примитив с высотой  $A$ . (в) Результаты дилатации для различных положений при движении  $b$  вдоль  $f$ . (г) Окончательный результат операции дилатации (сплошная линия).

# Эрозия

$$(f \ominus b)(s, t) =$$

$$= \min \left\{ f(s+x, t+y) - b(x, y) \mid (s+x, t+y) \in D_f; (x, y) \in D_b \right\}$$





# Морфологическое сглаживание

$$g(x, y) = (f \circ b) \bullet b$$

$$g(x, y) = (f \bullet b) \circ b$$



# Морфологический градиент

$$g(x, y) = (f \oplus b) - (f \ominus b)$$

# Top-hat

$$g(x, y) = f - (f \circ b)$$

Для выделения  
светлых объектов на  
тёмном фоне



## Bottom-hat

$$g(x, y) = (f \bullet b) - f$$

Для выделения тёмных  
объектов на светлом  
фоне

---

# Алгоритмы обнаружения разрывов в яркости изображения





# Особые точки

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

# Линии

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

# Перепады яркости

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1



Робертса



Превитт

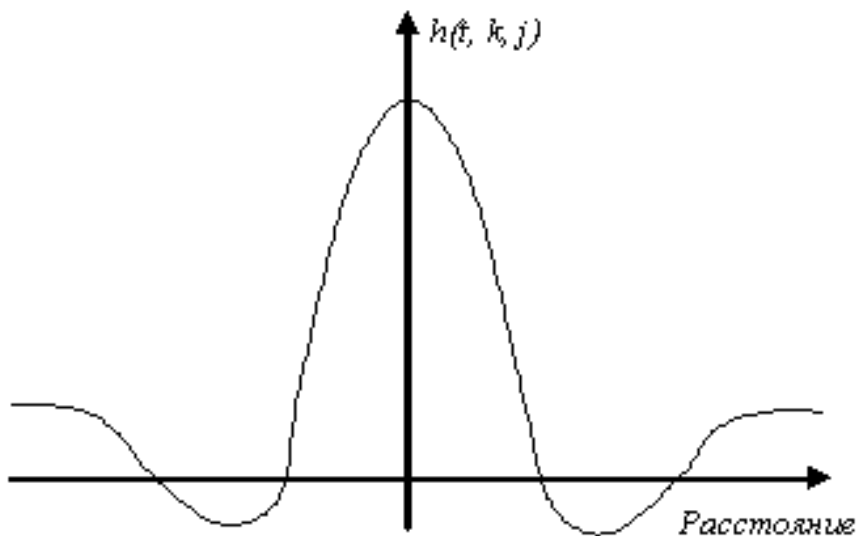


Собея

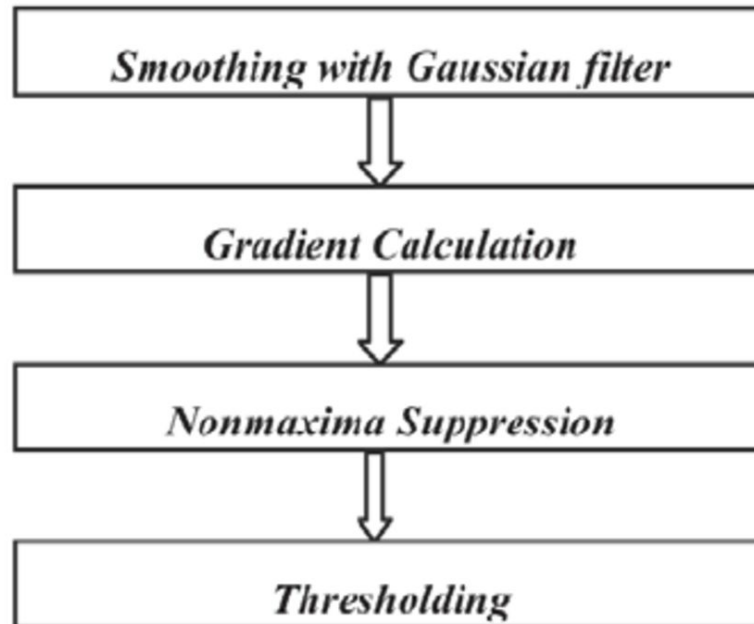
---

# Выделение краев

# Метод Марра-Хилдрета



## Метод Кэнни



# Преобразование Хафа

