

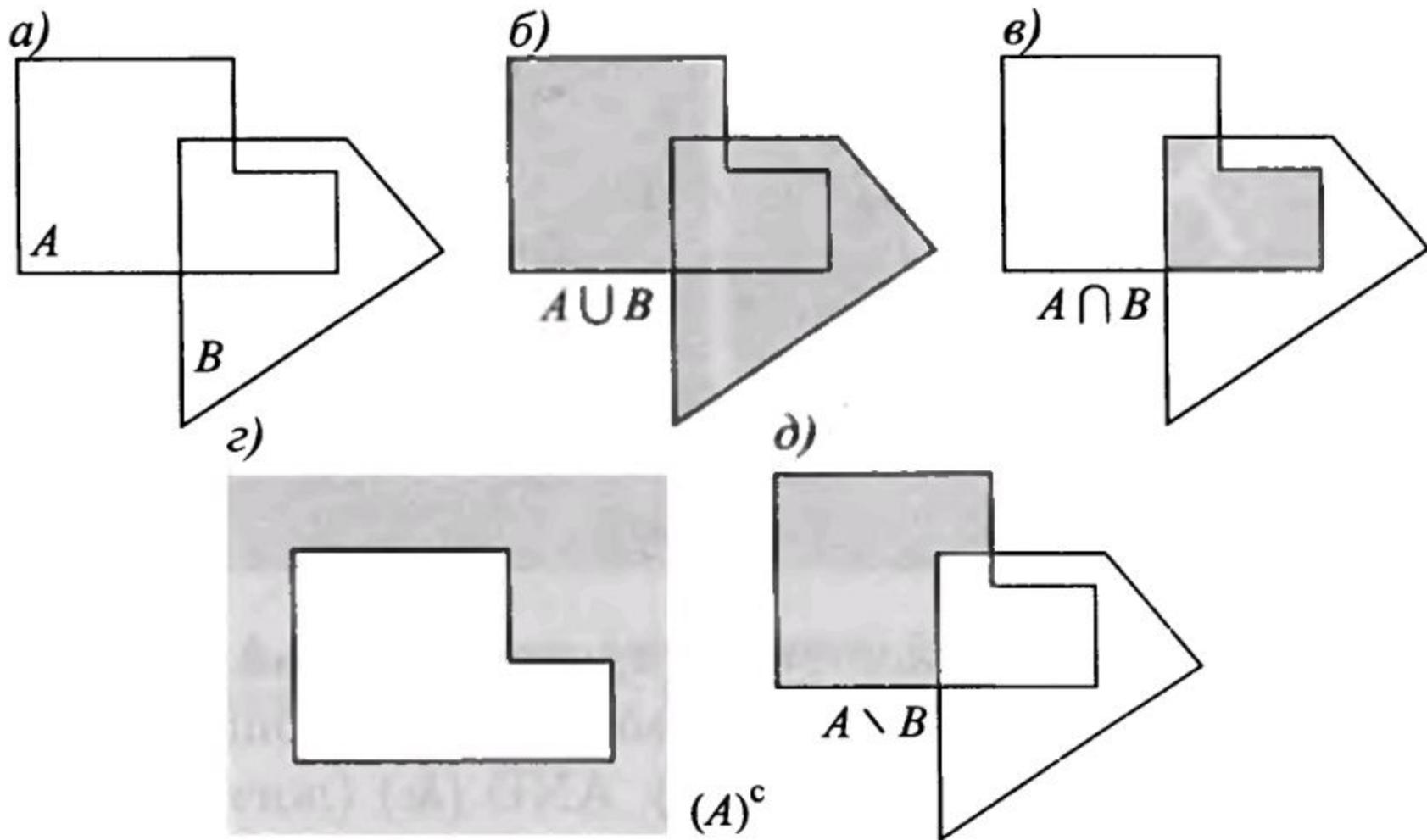
Методы математической морфологии при обработке изображений

Определение

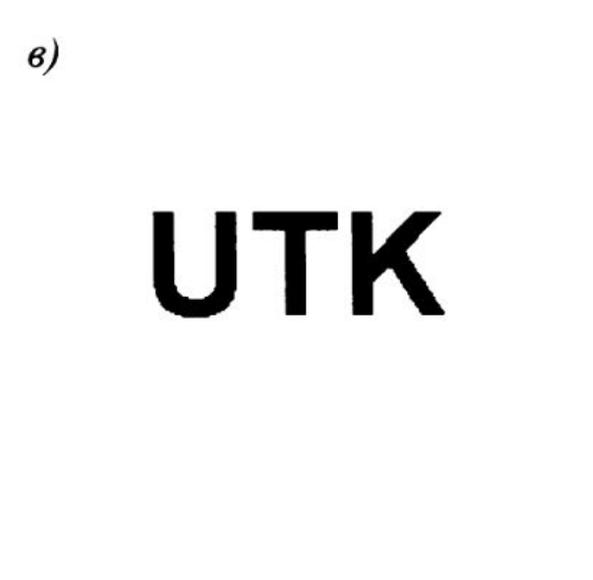
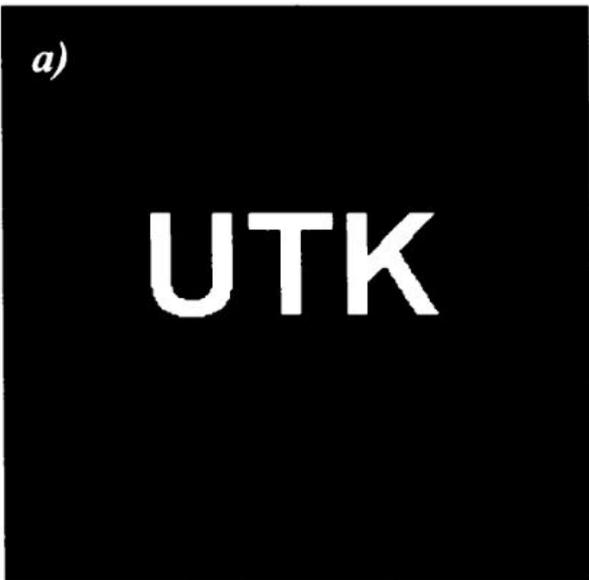
- *Морфология* (от греч. *morphe* – форма) может расшифровываться как «форма», «структура». Математическая морфология предназначена для исследования структуры некоторых множеств однотипных объектов. Любое изображение в компьютерной графике также обычно представляется в виде набора пикселов, поэтому операции математической морфологии могут быть применены и к изображению - для исследования некоторых свойств его формы и структуры, а также для его обработки.

Определение 2

- Математическая морфология (ММ) — (Морфология от греч. $\mu\omicron\rho\phi\acute{\eta}$ «форма» и $\lambda\omicron\gamma\acute{\iota}\alpha$ «наука») — теория и техника анализа и обработки геометрических структур, основанная на теории множеств, топологии и случайных функциях. В основном применяется в обработке цифровых изображений, но также может быть применима на графах, полигональной сетке, стереометрии и многих других пространственных структурах.



Основные операции над множествами

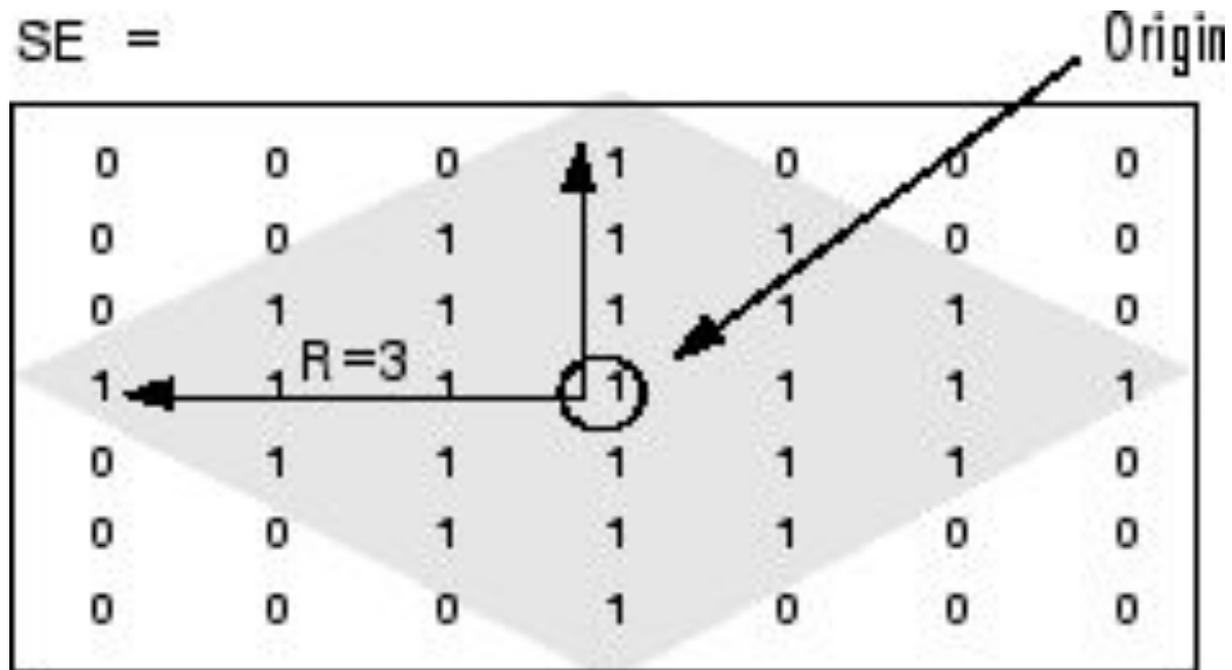


Пример совмещения изображений на основе логических операций

Базовые понятия

- В качестве исходных данных принимаются двоичное изображение B и некоторый структурный элемент S . Результатом операции также является двоичное изображение.
- *Структурный элемент* суть тоже некоторое двоичное изображение (геометрическая форма – shape). Он может быть произвольного размера и произвольной структуры. Чаще всего используются симметричные элементы, как прямоугольник фиксированного размера или круг некоторого диаметра. В каждом элементе выделяется особая точка, называемая *начальной* (origin). Она может быть расположена в любом месте элемента, хотя в симметричных это обычно центральный пиксел.

$SE = \text{strel}(\textit{shape}, \textit{parameters})$



Примеры структурных элементов

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

a) BOX(3,5)

	1	1	1	
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
	1	1	1	

b) DISK(5)

	1	1	1	
1				1
1				1
1				1
	1	1	1	

c) RING(5)

1	1		
1	1		
1	1	1	1
1	1	1	1

d)

1	1	1	1	1	1
1		1	1		1
1		1	1		1
1		1	1		1

e)

1
1
1
1

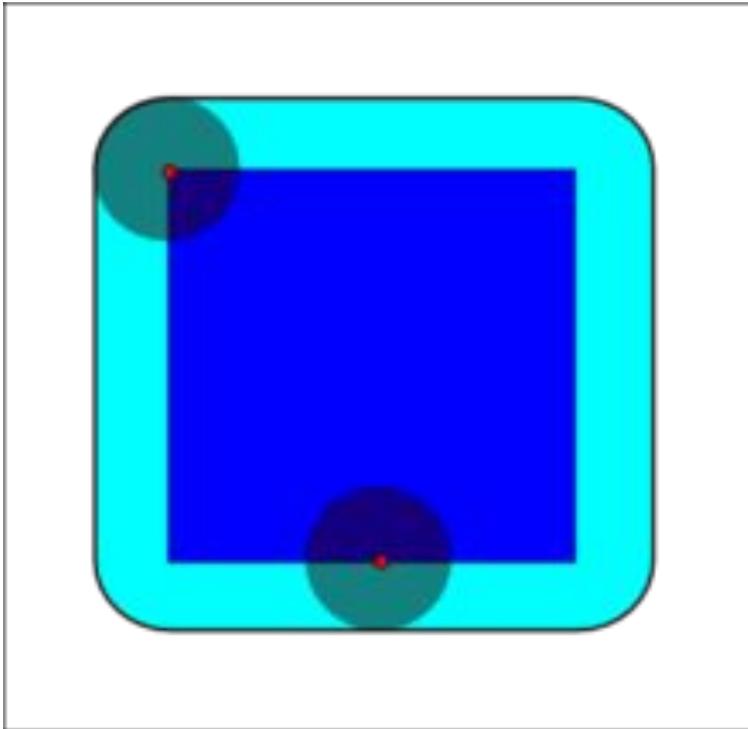
f)

Алгоритм

- В начале результирующая поверхность заполняется 0, образуя полностью черное изображение. Затем осуществляется *зондирование* (probing) или сканирование исходного изображения пиксель за пикселем структурным элементом. Для зондирования каждого пикселя на изображение «накладывается» структурный элемент так, чтобы совместились зондируемая и начальные точки. Затем проверяется некоторое условие на соответствие пикселей структурного элемента и точек изображения «под ним». Если условие выполняется, то на результирующем изображении в соответствующем месте ставится 1 (в некоторых случаях будет добавляться не один единичный пиксель, а все единички из структурного элемента).

Дилатация - наращивание

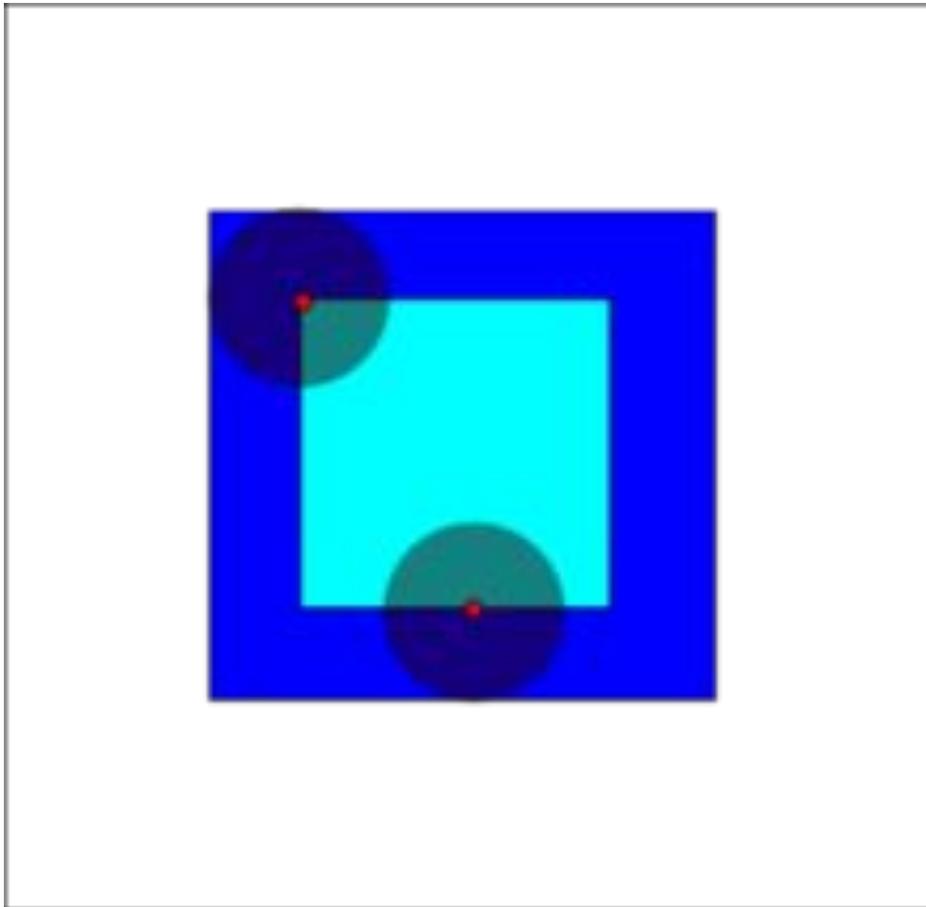
$$B \oplus S = \bigotimes_{b \in B} S_b$$



заполнение «дырок» определенной формы и размера, задаваемыми структурным элементом

Эрозия - сужение

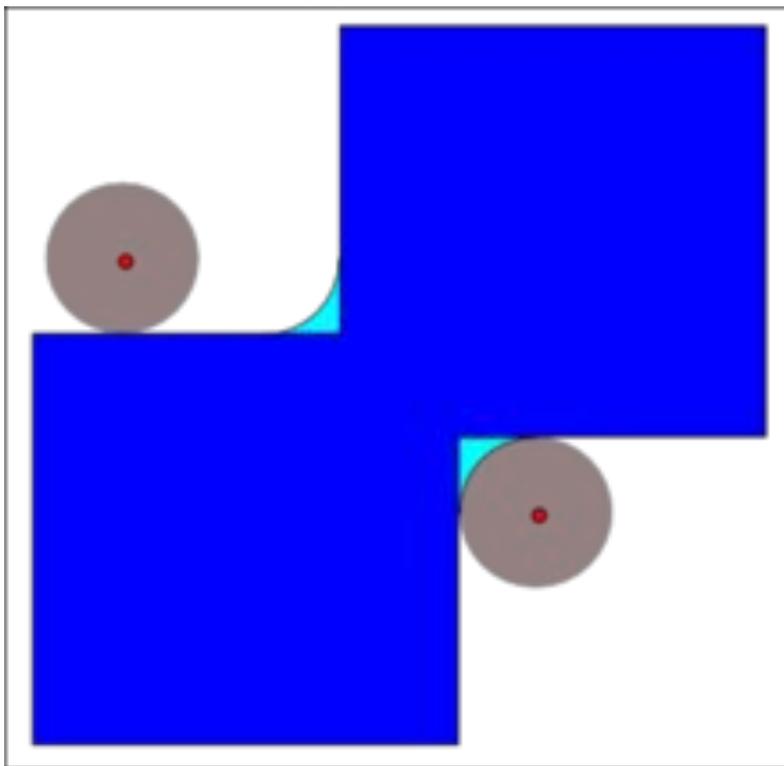
$$B - S = \{b \mid b + s \in B \forall s \in S\}$$



удаление объектов определенной формы и размера, задаваемыми структурным элементом

Замыкание (closing)

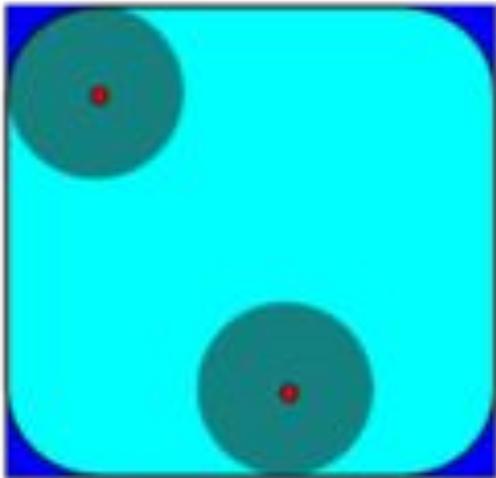
$$B \bullet S = (B \oplus S) - S$$



- сглаживает контуры объекта
- «заливает» узкие разрывы и узкие углубления
- ликвидирует небольшие отверстия
- заполняет промежутки контура

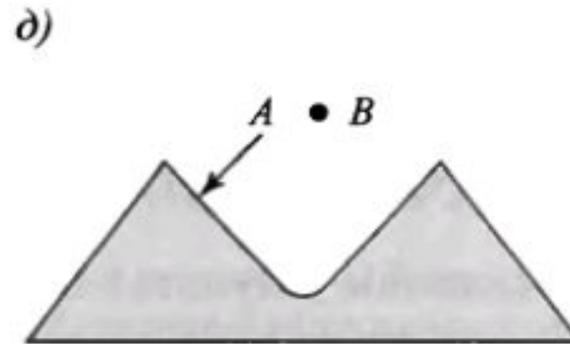
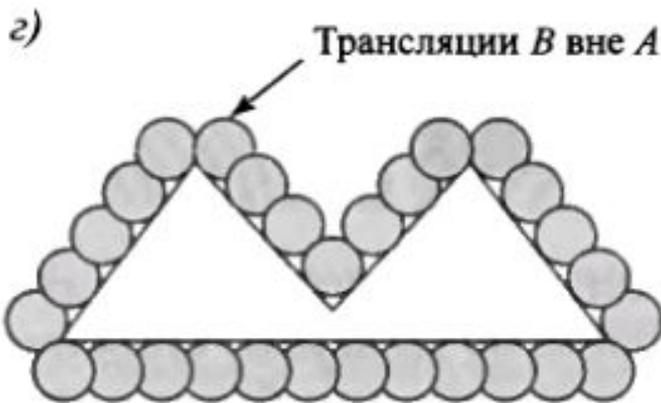
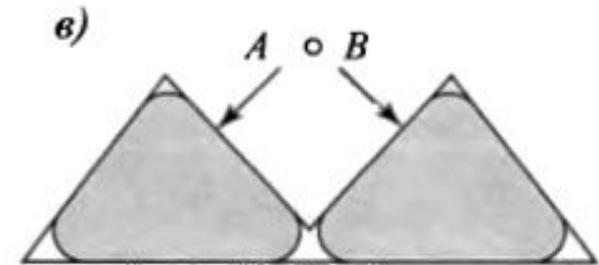
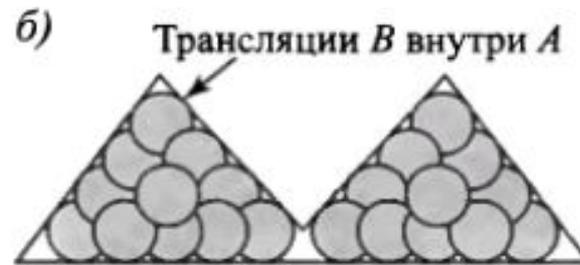
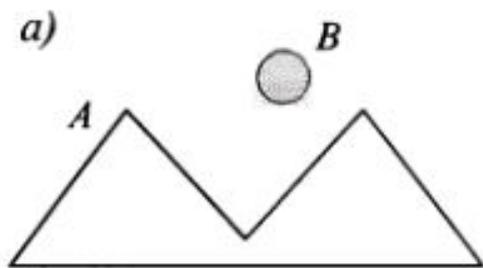
Размыкание (opening)

$$B \boxtimes S = (B - S) \oplus S$$



- сглаживает контуры объекта
- обрывает узкие перешейки
- ликвидирует узкие выступы

Сравнение замыкания и размыкания



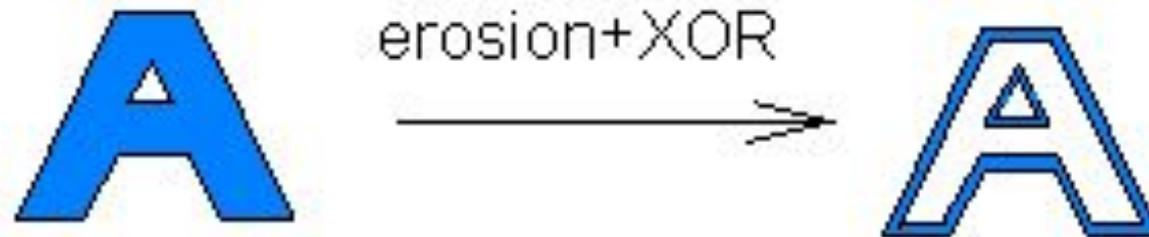
Выделение границ

Над парой двоичных изображений также могут применяться обычные теоретико-множественные логические операции как AND, OR, NOT, MINUS.

Выделение границ:

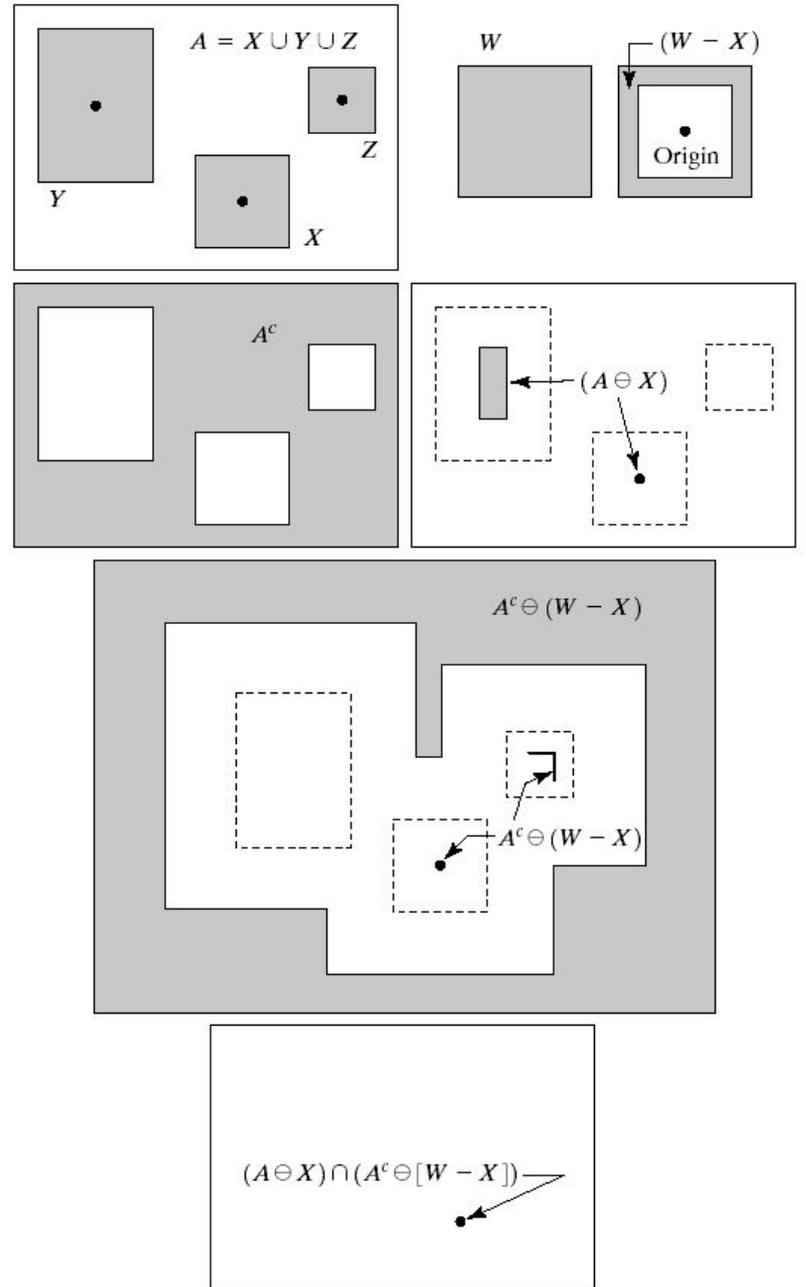
$B \setminus (B - S)$ – внутренняя граница;

$(B \oplus S) \setminus B$ – внешняя граница.



Преобразование успех / неудача (hit-or-miss)

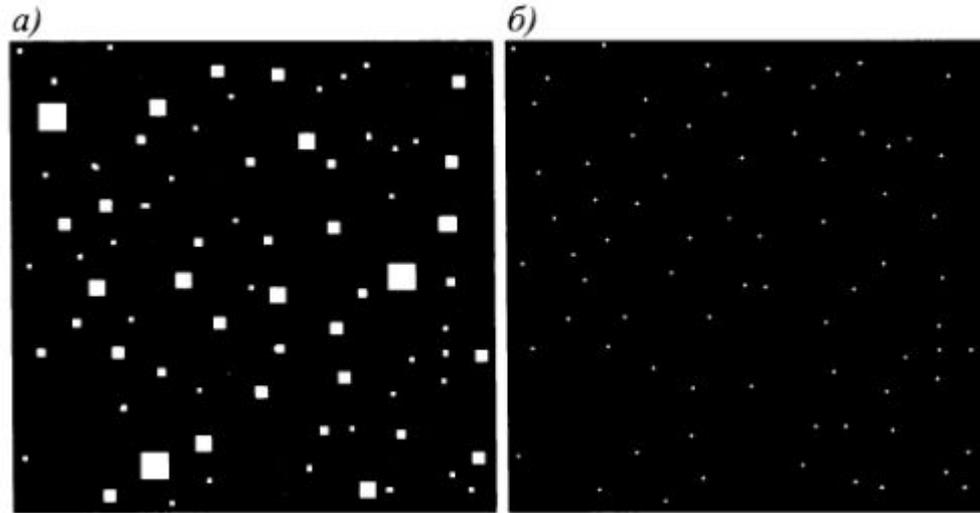
- Задача – найти на изображении местоположение объектов заданной формы
- Используется составной структурный элемент: B1 – для выделения объекта, B2- для выделения фона



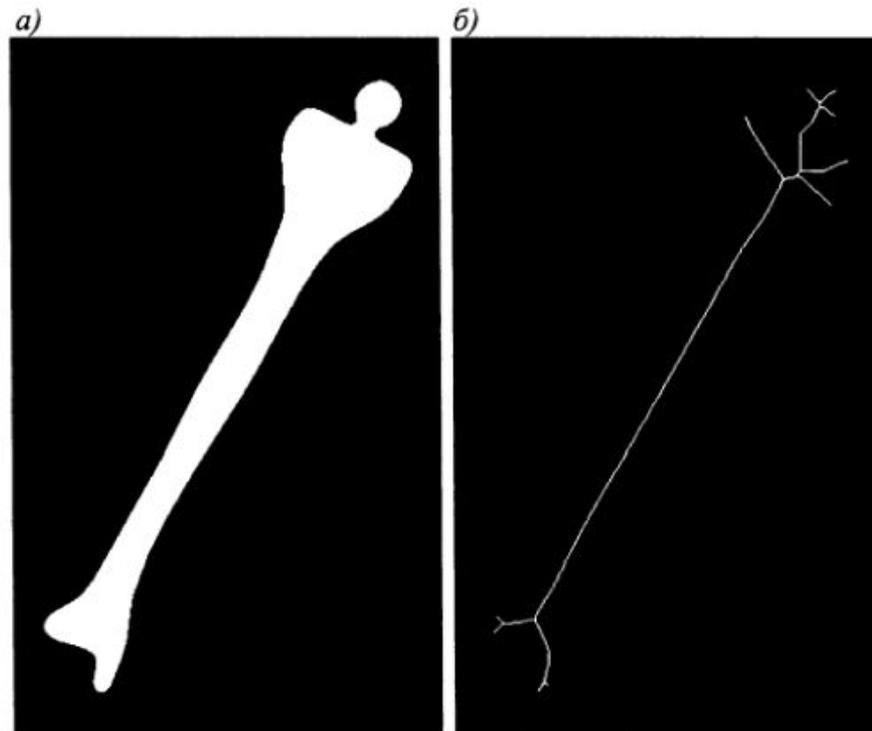
$$A \otimes B = (A \ominus X) \cap [A^c \ominus (W \setminus X)]$$

$$A \otimes B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2)$$

Примеры

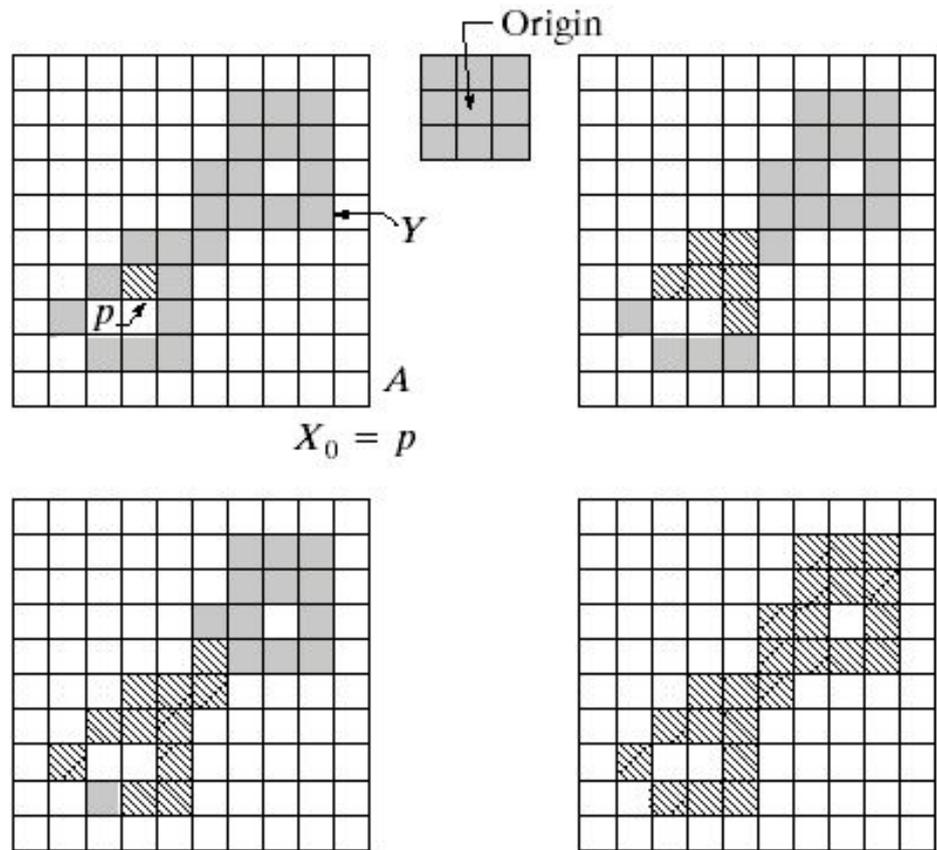


ФУНКЦИИ bwmorph

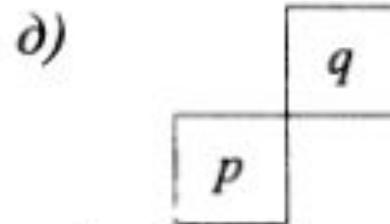
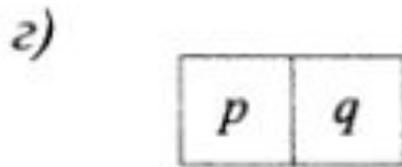
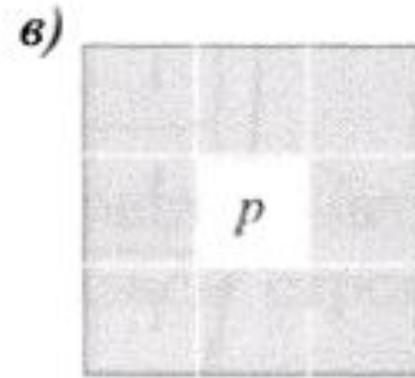
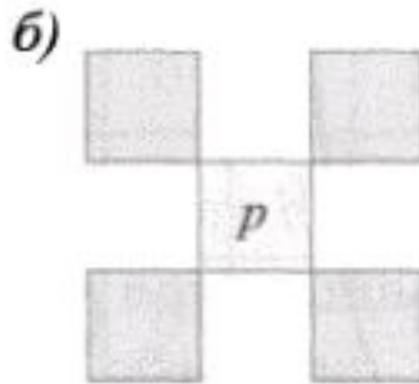
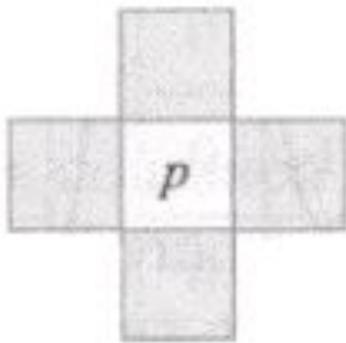


Поиск связанных объектов

$$X_k = (X_{k-1} \oplus B) \cap A \quad k = 1, 2, 3, \dots$$



Виды смежности пикселей



Пример

a)

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

б)

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

в)

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

г)

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	2	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0

Gnu Octave. Octave Forge. Пакет Image

- `bwfill`. Заполнение дыр.
- `bwhitmiss`.
- `bwlabel`. Сегментация объектов
- `bwmorph`. Операции мат. морфологии.
`bwmorph (bw, operation, n)`
Operations: 'dilate', 'erode', 'open', 'close', 'skel'
- `bwselect`. Поиск связанных объектов.

Задания

- Реализовать наращивание, сужение и выделение объектов (последнее - дополнительно)
- Установить пакет Octave Forge -> Image
- Провести операции:
 - Нарращивание и сужение, и программно (не визуально) сравнить с вашими результатами
 - Получить внешнюю и внутреннюю границы
 - Провести скелетонизацию
 - Провести выделение объектов, сравнить с вашими результатами (дополнительно)
- Для работы можно использовать бинарное изображение <https://yadi.sk/i/jXKrtZcTbskTR>
- Обработать заголовки газетной статьи