

# Морфологические операции

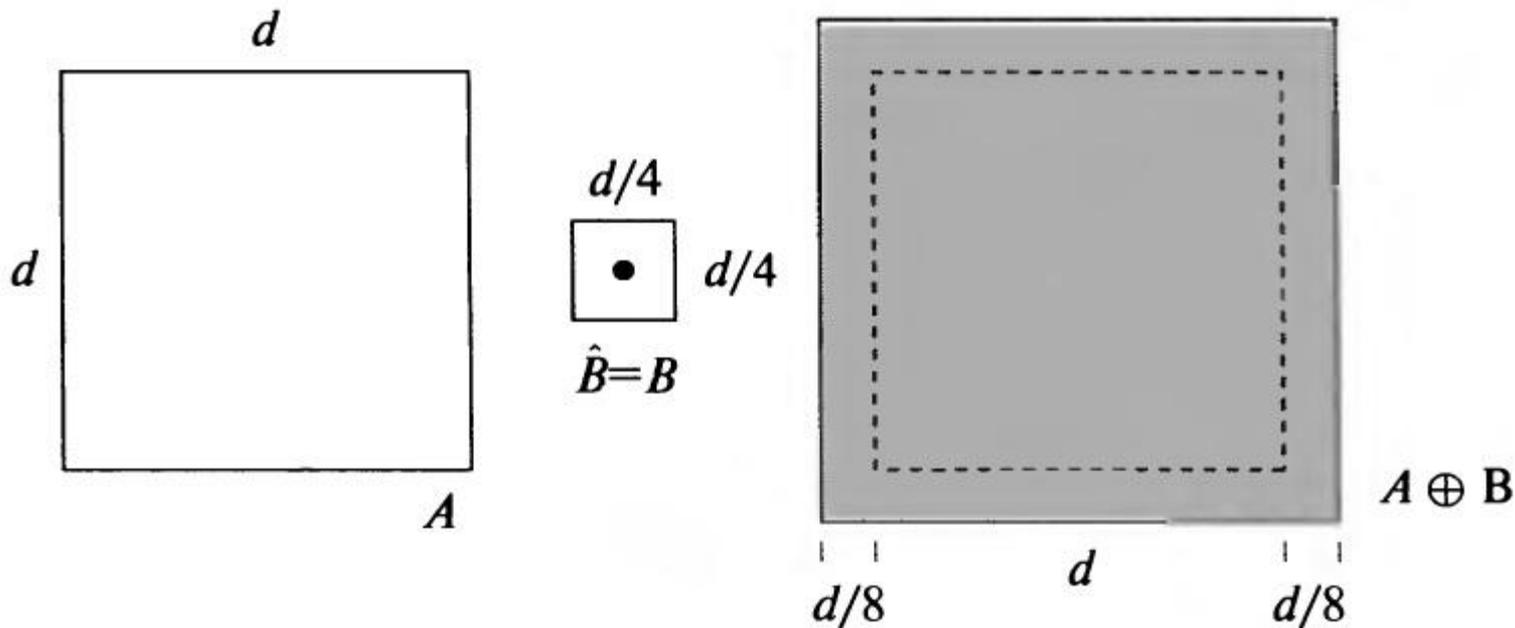
## Утоньшение



Морфологическая операция утоньшения приводит бинарное изображение к его скелету, в котором толщина всех линий – 1 пиксель. Операция стягивает линии в центр, не делая при этом разрывов.

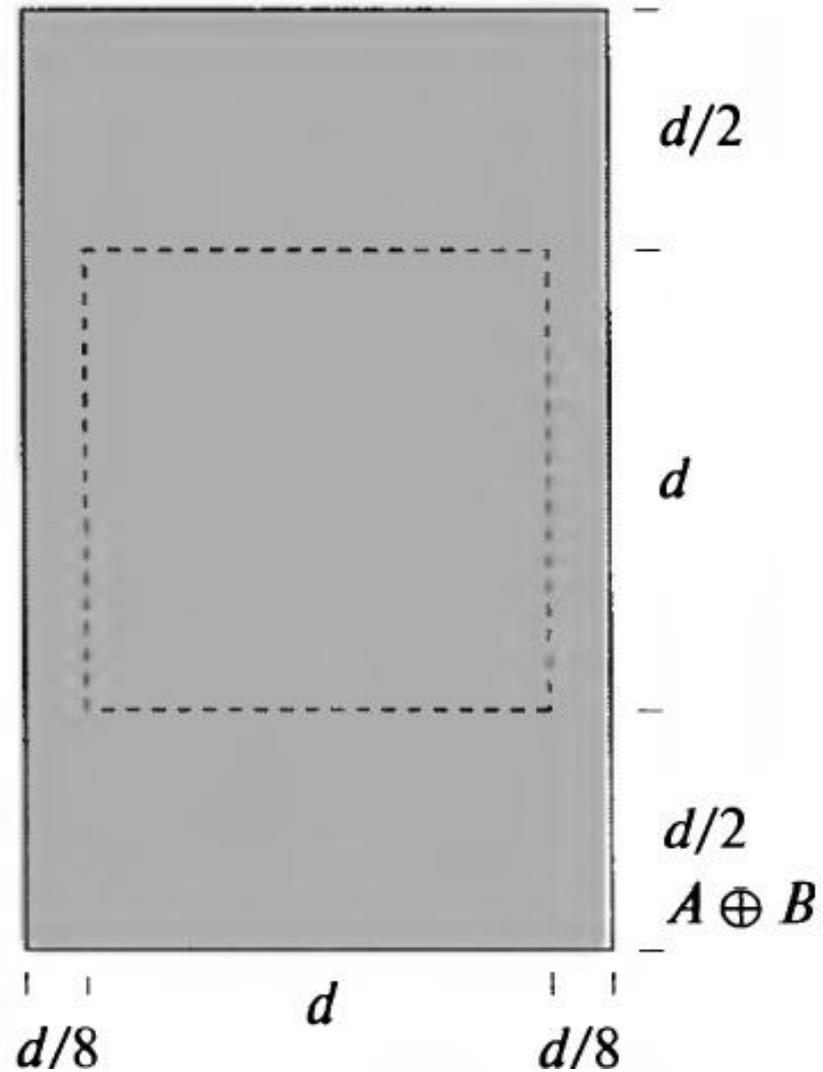
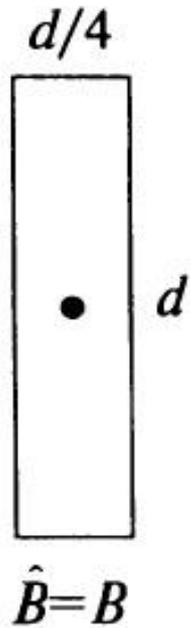
## 2. Сегментация изображений

- **Морфологические операции.** В биологии словом **морфология** называют область, которая изучает форму и строение животных и растений. В обработке изображений **математической морфологией** называют методы для извлечения компонент изображения, полезные для его представления и описания, например, границы, выпуклые оболочки.
- Операция **дилатации** (расширение).
- Пусть  $B$  — множество объектов с центральной симметрией



## 2. Сегментация изображений

- Пример операции дилатации.

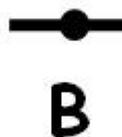


## 2. Сегментация изображений

- Дилатация применяется для удаления разрывов.
- Пример. Замыкание контура  $A$ .



$A$



$B$



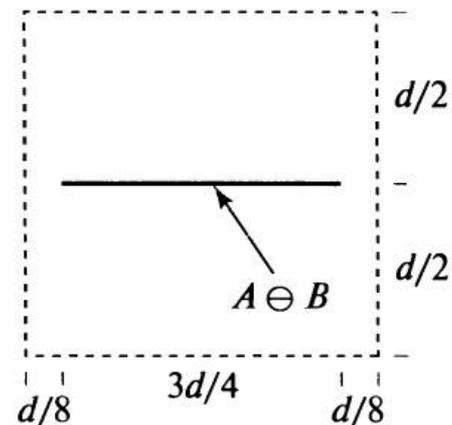
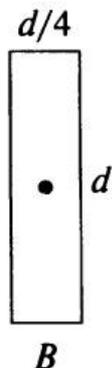
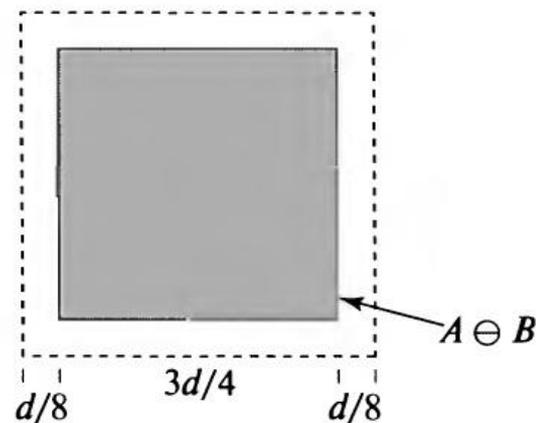
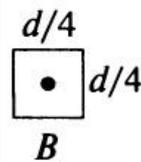
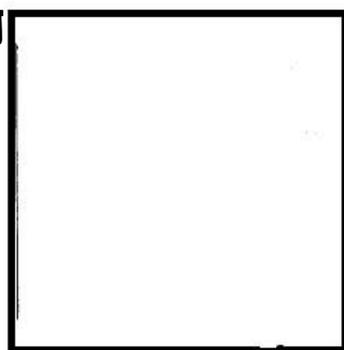
$A^*$

• В MatLab:

•  $D = \text{imdilate}(S, se);$

## 2. Сегментация изображений

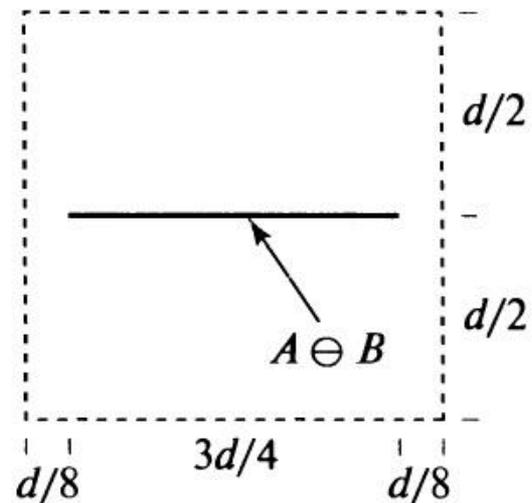
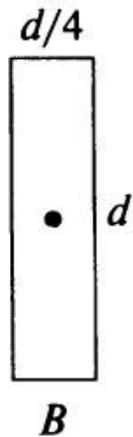
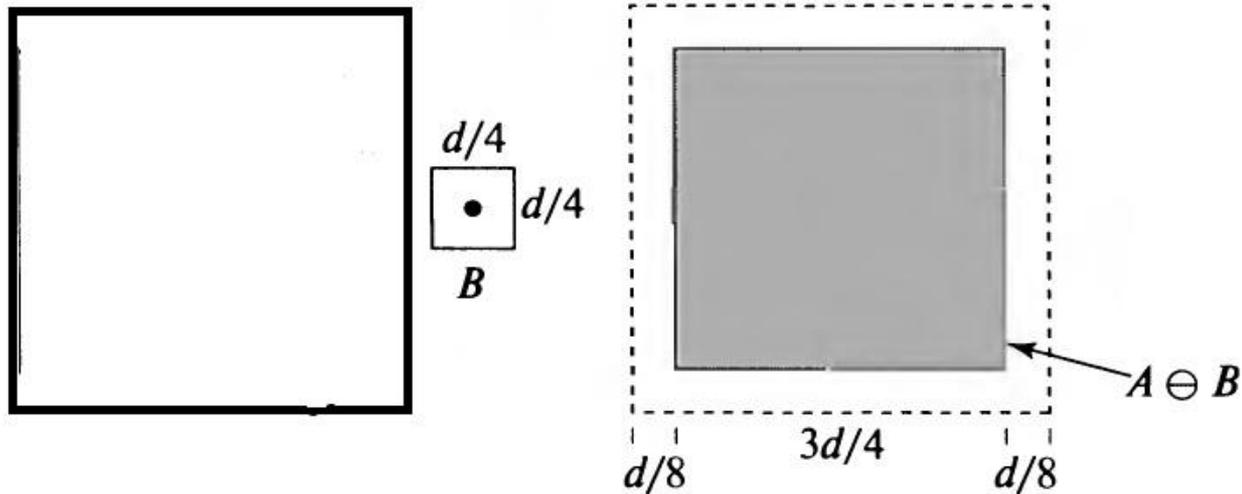
- Эрозией множества  $A$  по примитиву  $B$  — это множество
- всех таких точек центра  $B$  при сдвиге в которые множество  $B$  целиком содержится в  $A$ .
- Эрозия выделяет внутренность объекта.
- Пример. Эрозия контура



## 2. Сегментация изображений

• Эрозия выделяет внутренность объекта.

• Пример. Эрозия контура  $A$ .



## 2. Сегментация изображений

- **Пример.** Удаление мелких деталей. Вначале применяем эрозию с примитивом, чуть меньшим, чем квадраты, которые нужно оставить (Идем по изображению А черного цвета).
- Затем применяет дилатацию и восстанавливаем нужные квадраты (Идем по изображению А белого цвета).



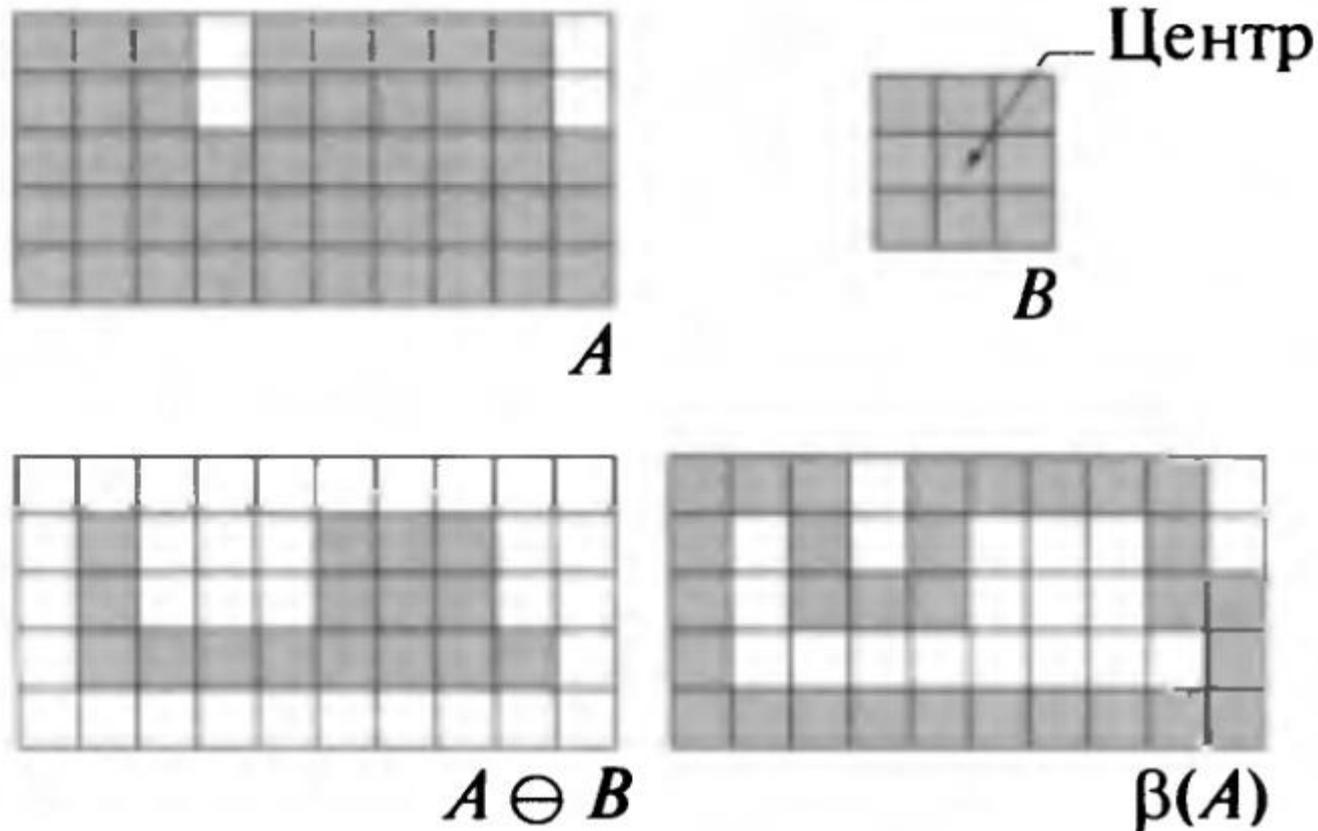
## 2. Сегментация изображений

- Последовательное грамотное применение операций дилатации и эрозии улучшает картинку.



## 2. Сегментация изображений

- Пример. Построение границы объекта морфологическими операциями эрозии и вычитания.



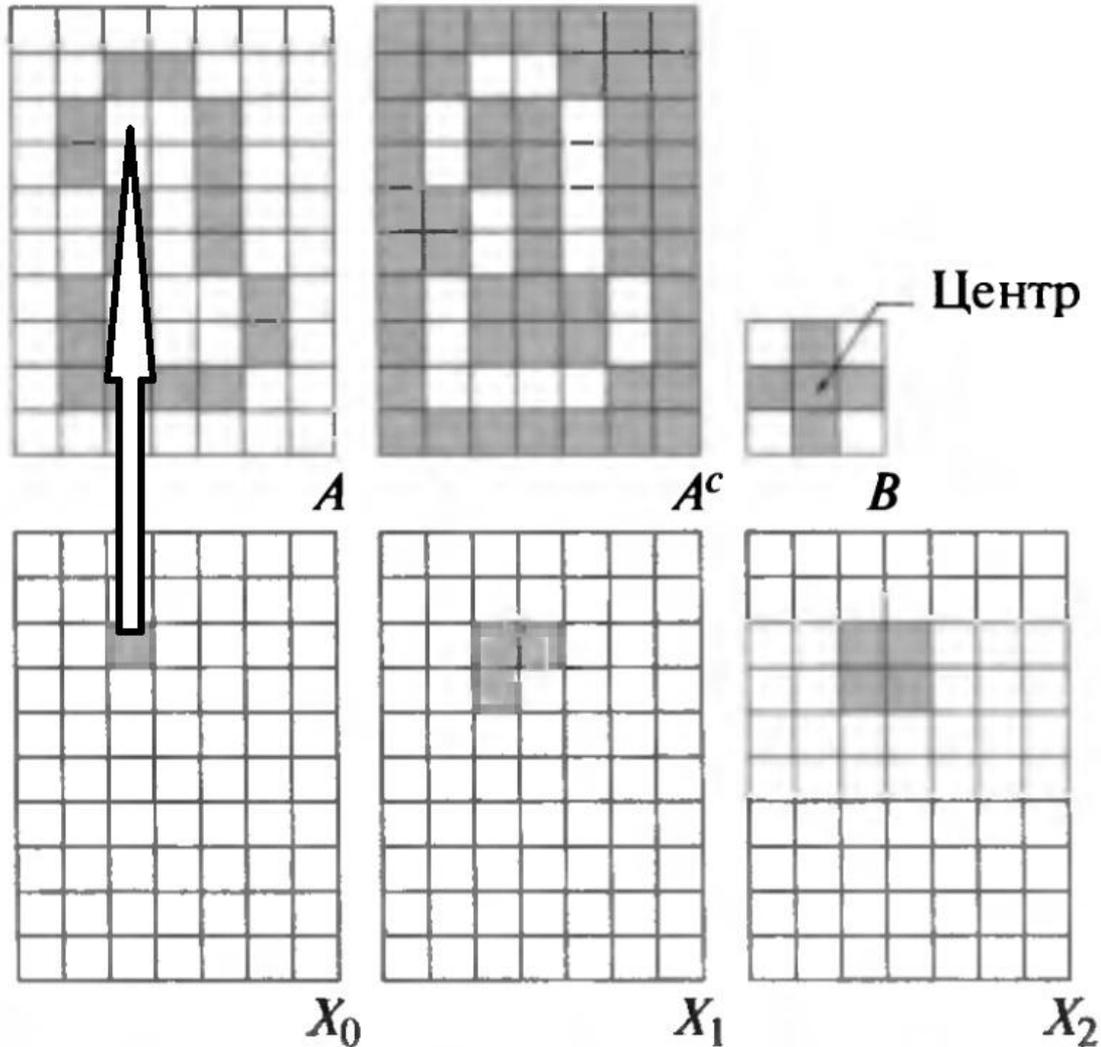
- 1) Применение эрозии; 2) Вычитание из  $A$  результата эрозии.

## 2. Сегментация изображений

- **Пример.** Заполнение области морфологическими операциями.
- Исходное множество  $A$  состоит из граничных точек некоторой области, граница замкнута. Требуется, начиная с некоторой точки внутри этой границы, заполнить единичными значениями всю область внутри  $A$ .
- Предполагаем, что все точки внутри  $A$  имеют значение 0, в результате заполнения им присваивается значение 1.

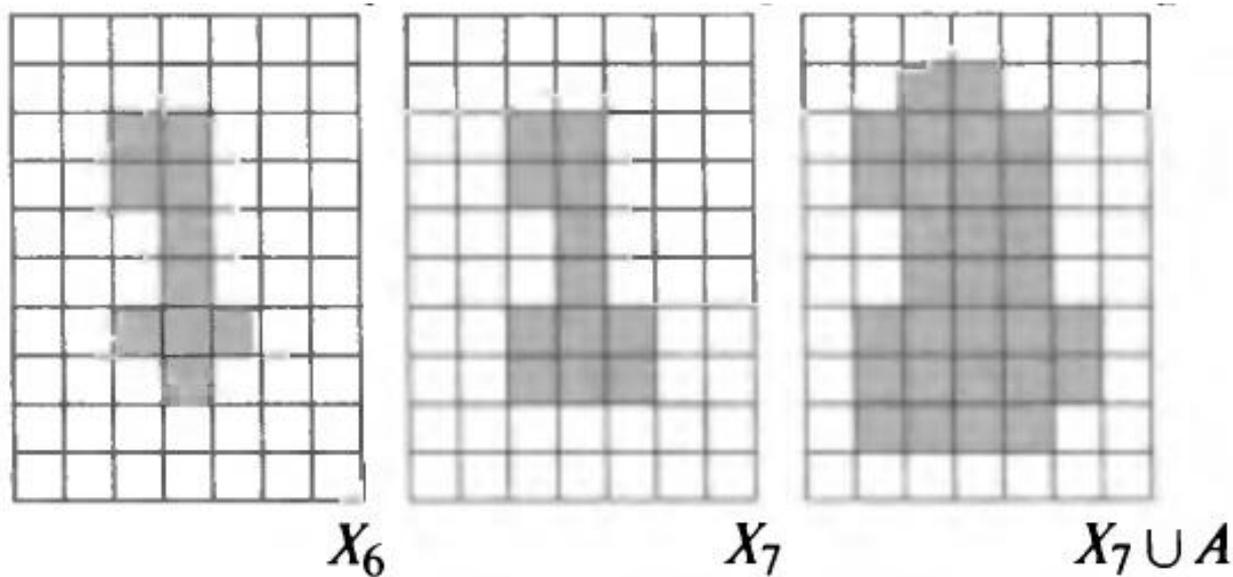
## 2. Сегментация изображений

•1) Применение дилатации. Алгоритм начинает работу с точки  $X_0$ , применяем дилатации с ядром  $B$  с центром в  $X_0$ , берем пересечение результата с дополнением  $A^c$  получаем  $X_1$



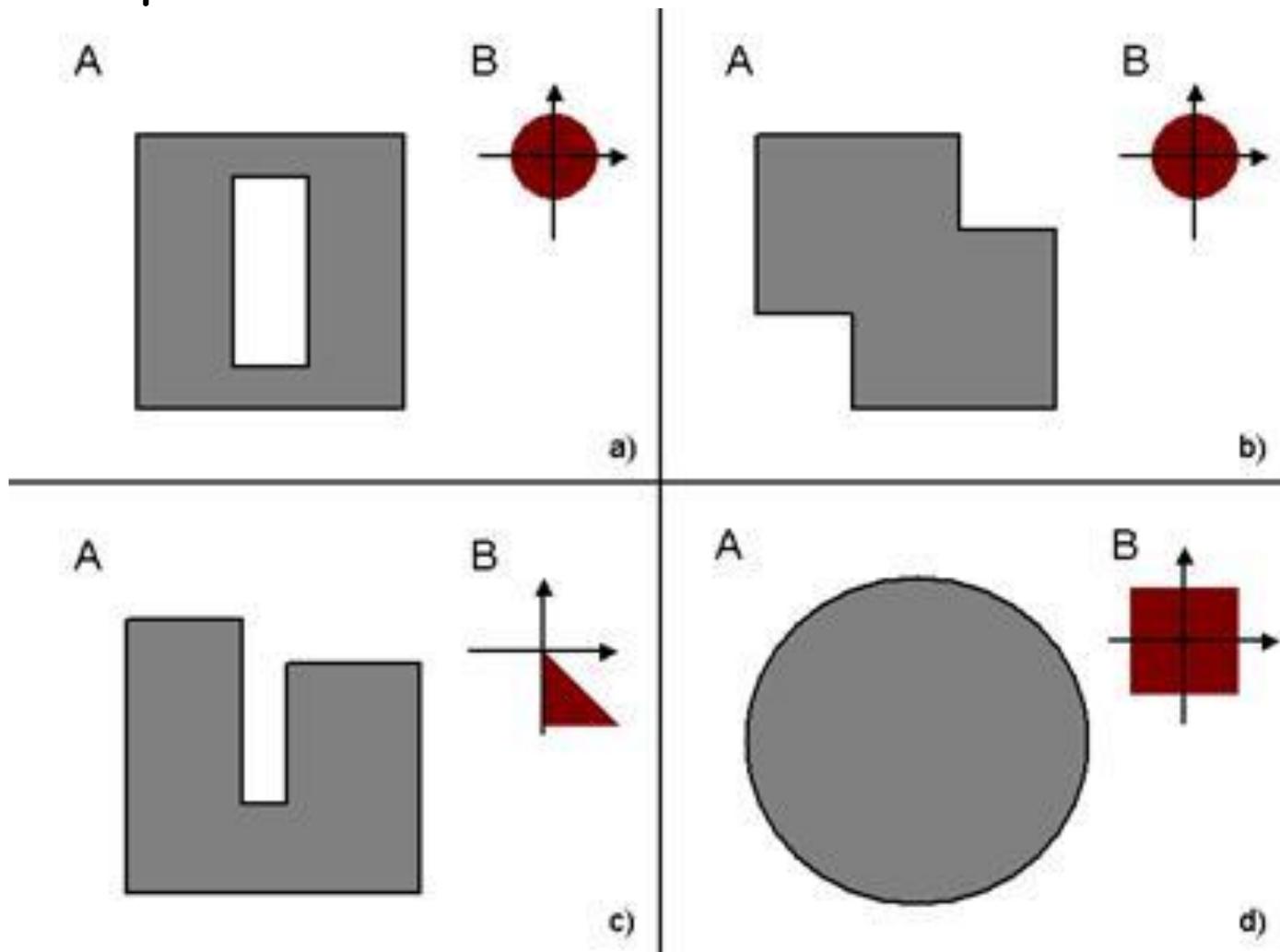
## 2. Сегментация изображений

•2) Нарращиваем область применение дилатации. На каждом шаге берем пересечение результата с дополнением  $A^c$ .  $X_7$  состоит из внутренних точек границы. Можно добавить границу и получить полностью область с границей.



## 2. Сегментация изображений

• Морфологическими операциями можно строить выпуклую оболочку фигуры или множества точек, утолщать и утоньшать границы области и т.п.



## 2. Сегментация изображений

- **Преобразование Хафа.**
- Рассмотрим решение задачи: на плоскости дано множество точек. Требуется провести прямые, на которых лежат 3 и более точек.
- Решение, которое первым приходит в голову - провести все прямые через каждую пару точки и проверить каждую прямую, лежит ли на ней третья точка. Такое решение требует достаточно много ресурсов, в том числе и времени.
- Хаф [Hough, 1962] предложил другой подход, который теперь называют **преобразованием Хафа**.
- Изложим идею преобразования.
- Возьмем точку  $(x_i, y_i)$  из заданного множества  $n$  точек и рассмотрим общее уравнение прямой на плоскости в виде  $y = ax + b$ . Очевидно, что через точку  $(x_i, y_i)$  проходит бесконечно много прямых, удовлетворяющих этому

## 2. Сегментация изображений

• Если переписать это уравнение в виде

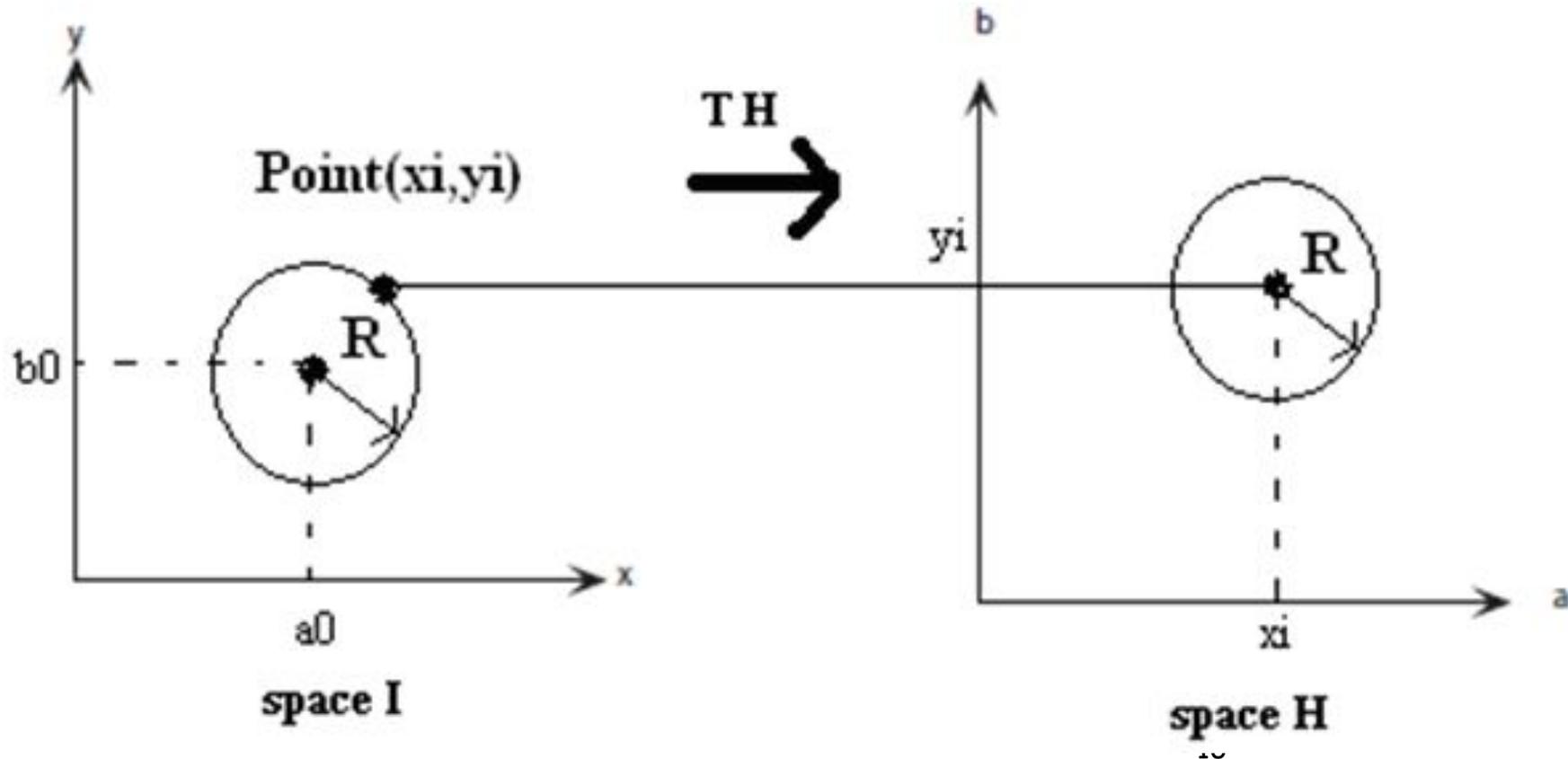
$$-b = -x_i a + y_i$$

и рассмотреть плоскость  $a$   $b$ , называемую пространством параметров, то для заданной пары  $(x_i, y_i)$  получаем уравнение единственной прямой на этой плоскости. Каждая точка  $(a, b)$  соответствует одной прямой, проходящей через точку  $(x_i, y_i)$ .

• Если построить  $n$  прямых для всех точек  $(x_j, y_j)$ , то точка, в которой пересекаются  $k$  таких прямых соответствует прямой на плоскости  $(x, y)$  которая проходит через  $k$  точек.

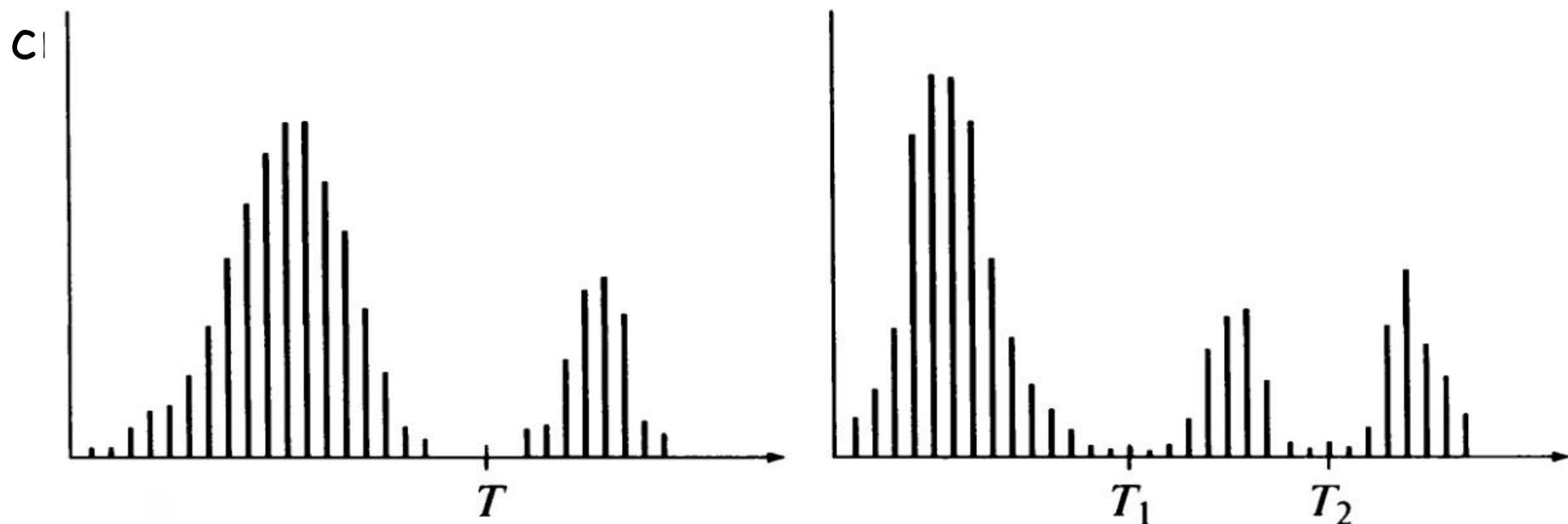
## 2. Сегментация изображений

- В пространстве  $H$  построена окружность. Точки на этой окружности соответствуют центрам тех окружностей в пространстве  $I$ , которые проходят через точку  $(x_i, y_i)$



## 2. Сегментация изображений

- Пороговая обработка.
- Для изображений, на которых объекты интереса и фон рисунка значительно отличаются по яркости, можно применять **пороговую сегментацию**.
- Например, по гистограмме видно, что на рисунке имеется один или два объекта с явно различными яркостями и эти яркости имеют видимое отличие от фона.
- **Пример.** Для рис слева можно применить порог  $T$ , на рис



## 2. Сегментация изображений

- Применение порогов для сложных изображений затруднительно и часто не дает результата. Даже введение **динамических порогов**, зависящих от координат пикселя не улучшает ситуацию.
- Гистограмма рисунка зависит от **освещения объектов**, если это фотография, то возможны **отражения света** от объектов.
- Пороговая сегментация может применяться в тех случаях, где исследователь может **управлять освещением сцены**. Это например, визуальный технический контроль, когда специалист сам устанавливает фотокамеры и приборы освещения.
- Некоторые технические задачи также могут решаться с использованием порогов, например, обработка отпечатков

## 2. Сегментация изображений

- Алгоритм наращивания областей (Region growing).
- Наращивание областей представляет собой процедуру, которая группирует пиксели или подобласти в более крупные области по заданным критериям.
- 
- Основной подход состоит в том, что вначале берется исходный пиксель, играющий роль «затравки», а затем на него и на последующие выбранные пиксели **наращиваются соседи** путем присоединения соседних пикселей, которые по своим свойствам близки к затравке.
- Близость может определяться яркостью или цветом в определенном диапазоне.
- **Выбор затравки** или нескольких затравок (начальных точек роста), может основываться на сути задачи.

## 2. Сегментация изображений

- Правило близости и правило присоединения являются основными в алгоритме. Пусть приращение идет по одному пикселю и по интервалу яркости. Предположим, что граница сегментируемого объекта из-за зашумления содержит пиксель (или пиксели), принадлежащие интервалу приращения.
- В этом случае пиксель (или пиксели) границы будут добавлены в область объекта и далее объект может распространиться далеко за свои реальные границы. Часто это можно избежать, если присоединять не один пиксель, а сразу небольшую область, напр выполнять наращивание по квадратам  $2 \times 2$ .

## 2. Сегментация изображений

- **Пример** наращивания областей. Требуется сегментировать водные бассейны на острове.
- Если применять пороговую сегментацию, то будет выделена вся водная поверхность.
- Для алгоритма наращивания областей в этой задаче самым сложным будет выбор затравки. Если будут выбраны две затравки по соседству, алгоритм легко выделит озера.

