

Морфологические операции

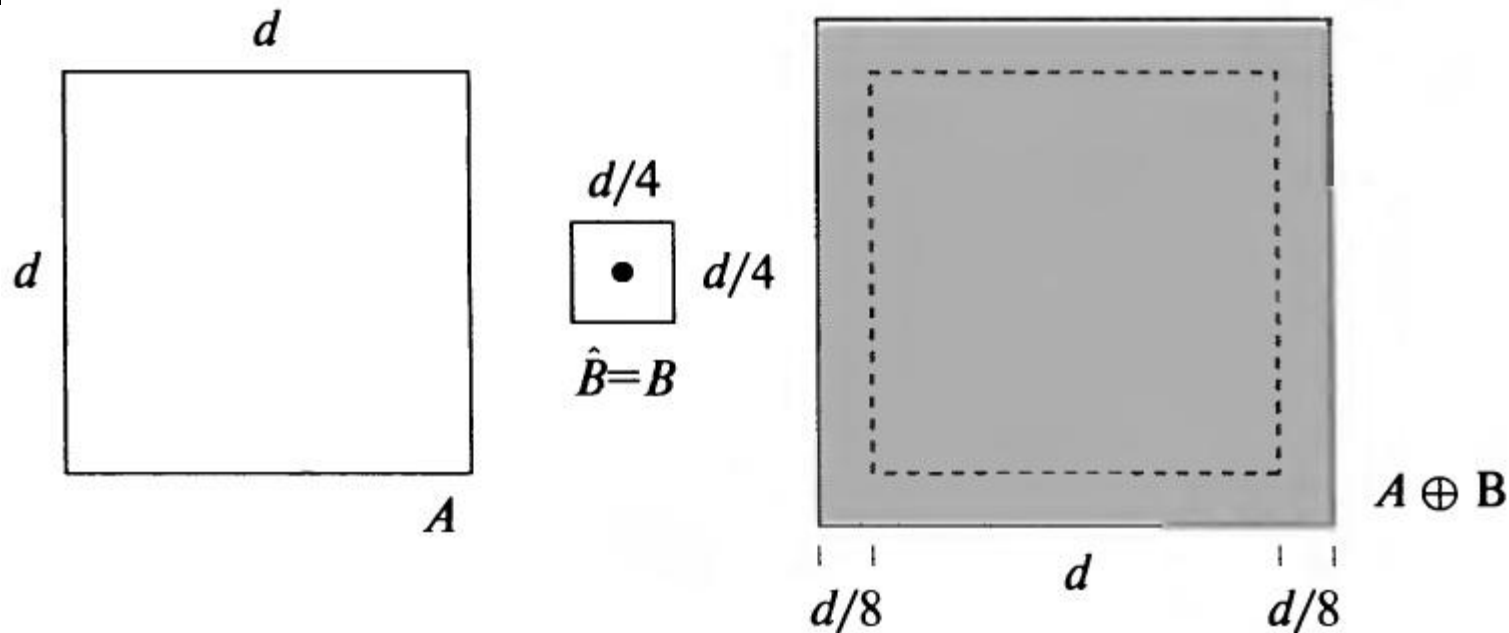
Утоньшение



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.

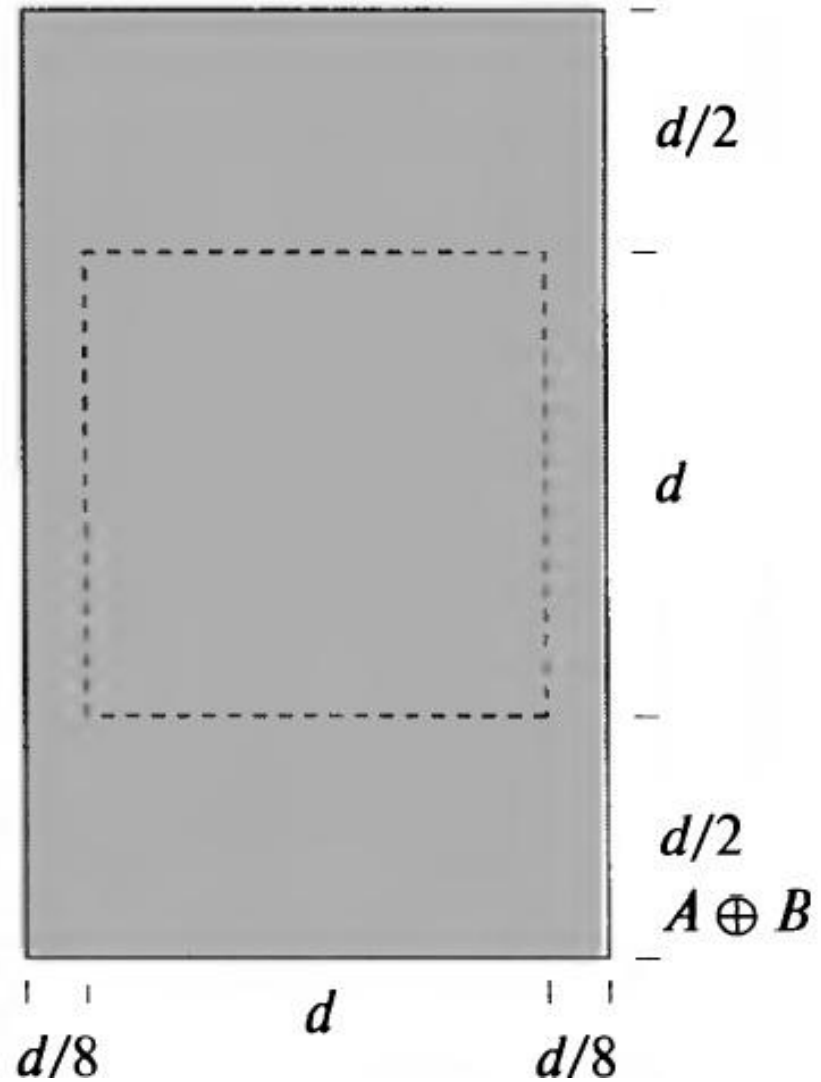
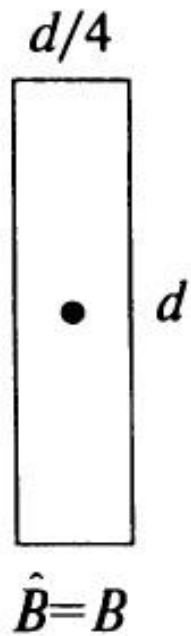
2. Сегментация изображений

- **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 D — множество объектов с центральной симметрией



2. Сегментация изображений

• Пример операции дилатации.



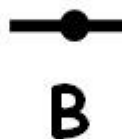
2. Сегментация изображений

• Дилатация применяется для удаления разрывов.

• Пример. Замыкание контура A .



A



B



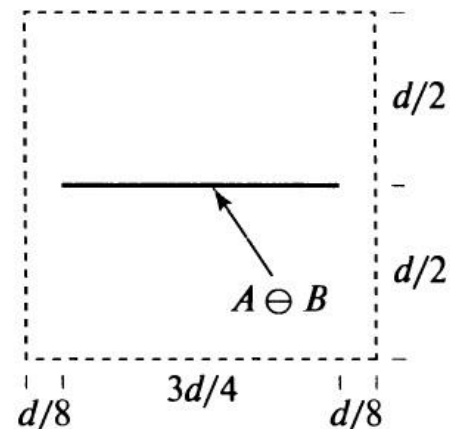
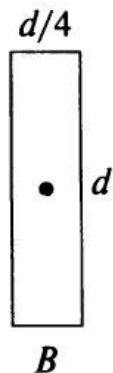
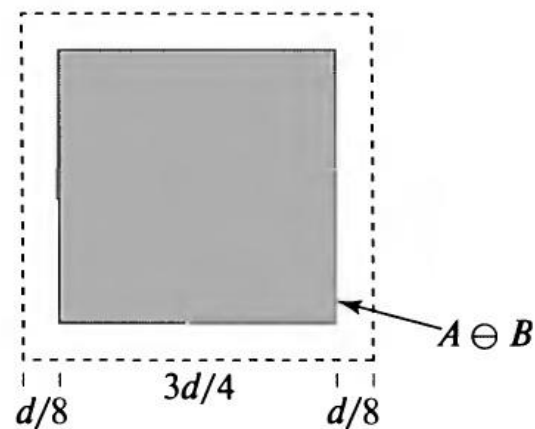
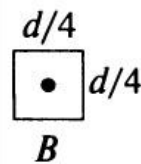
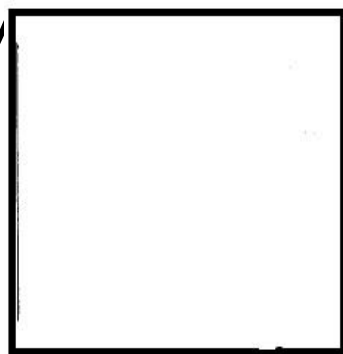
A^*

• В MatLab:

• $D = \text{imdilate}(S, se);$

2. Сегментация изображений

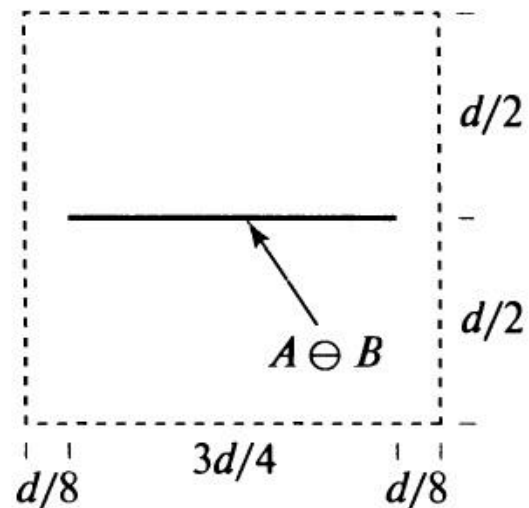
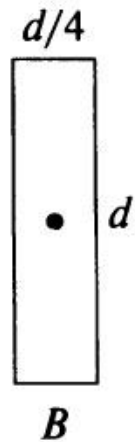
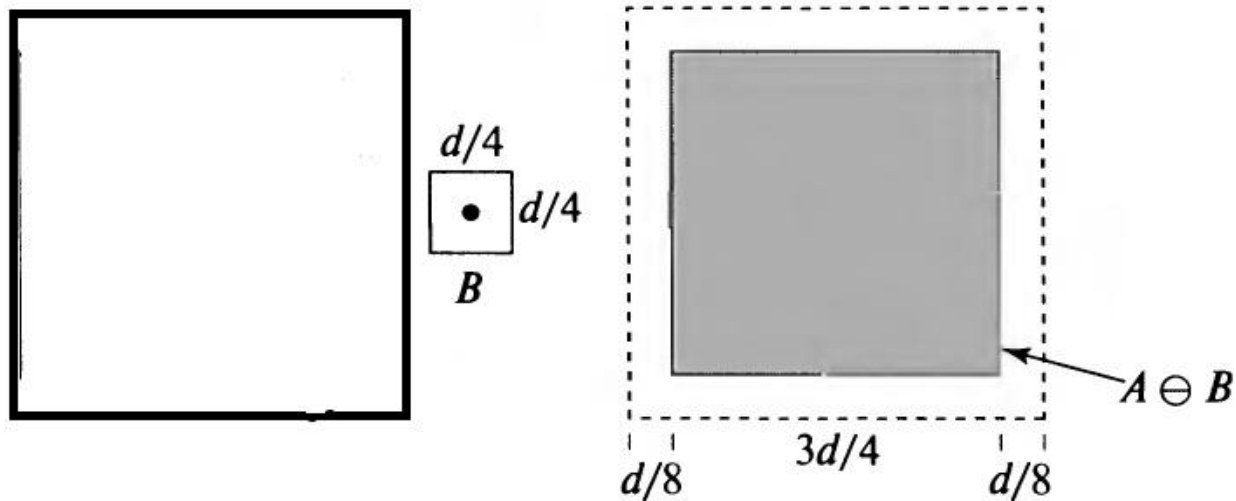
- Эрозией множества A по примитиву B — это множество
- всех таких точек центра B при сдвиге в которые множество B целиком содержится в A .
- Эрозия выделяет внутренность объекта.
- Пример. Эрозия контура



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).



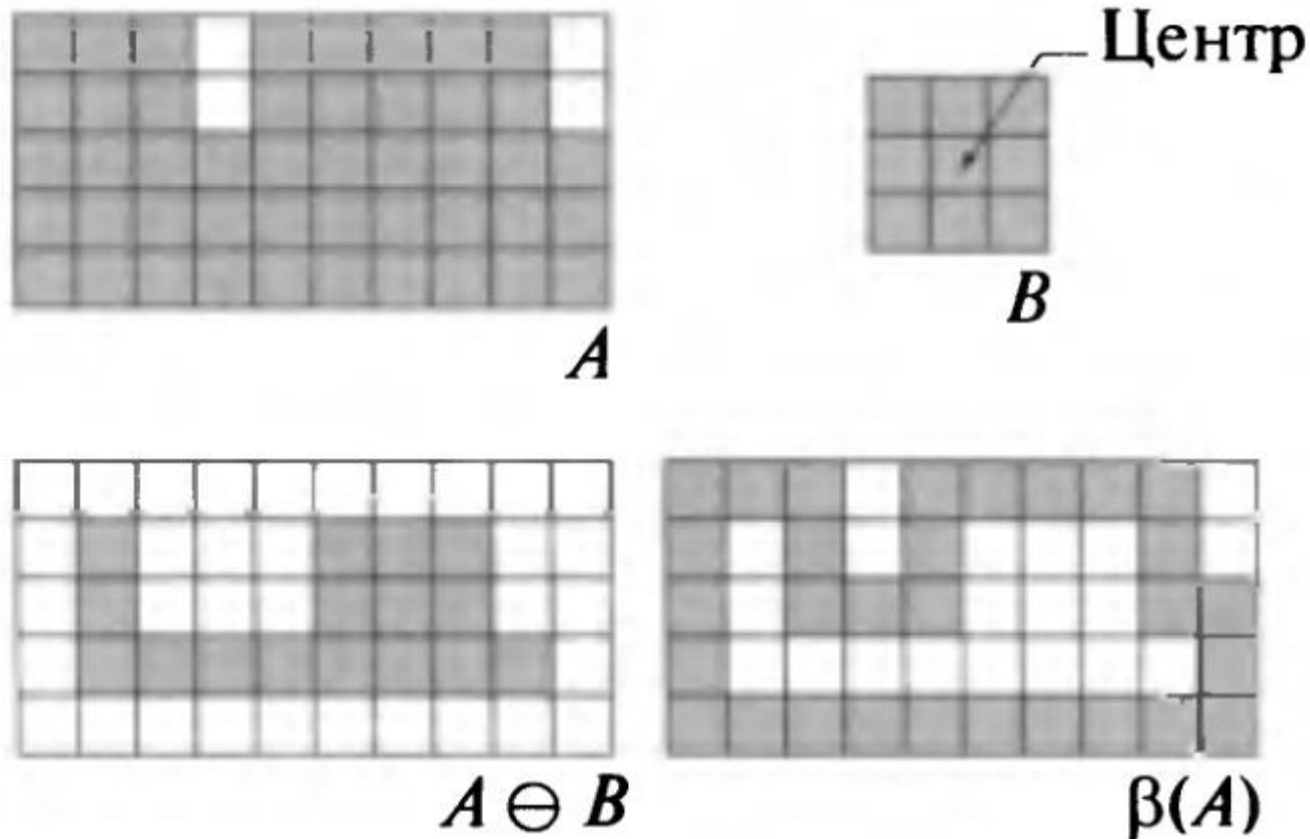
2. Сегментация изображений

- Последовательное грамотное применение операций дилатации и эрозии улучшает картинку.



2. Сегментация изображений

Пример. Построение границы объекта морфологическими операциями эрозии и вычитания.



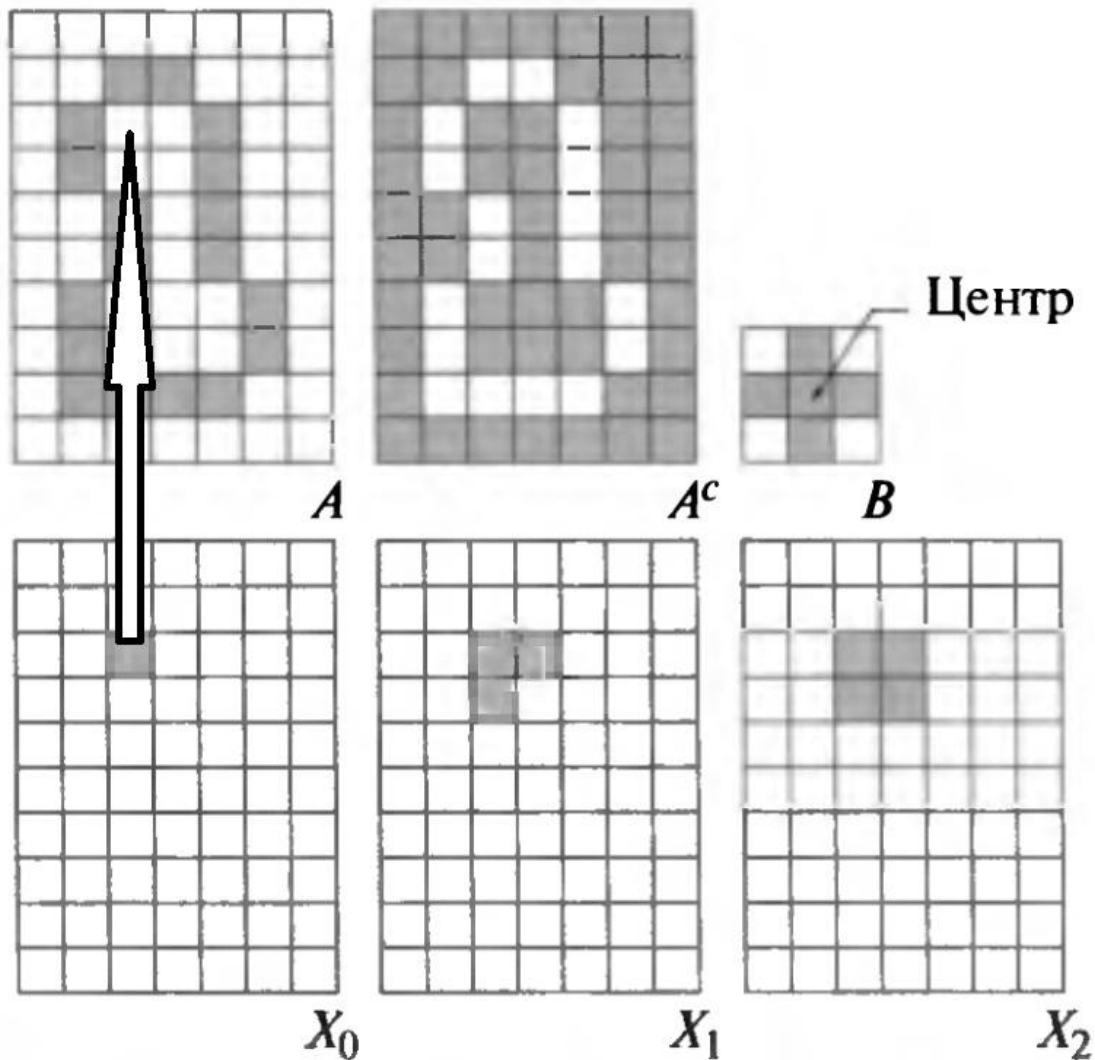
1) Применение эрозии; 2) Вычитание из A результата эрозии.

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.

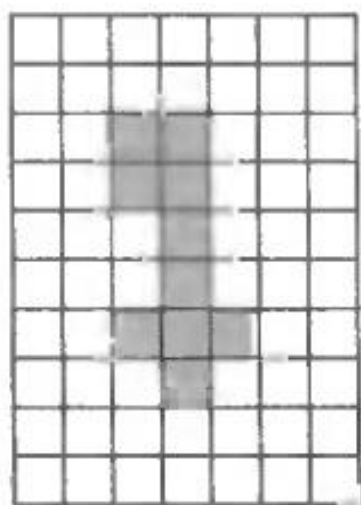
2. Сегментация изображений

- 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

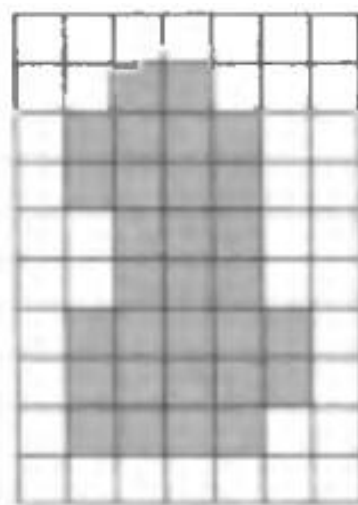
- 2) Нарращиваем область применение дилатации. На каждом шаге берем пересечение результата с дополнением A^c . X_7 состоит из внутренних точек границы. Можно добавить границу и получить полностью область с границей.



X_6



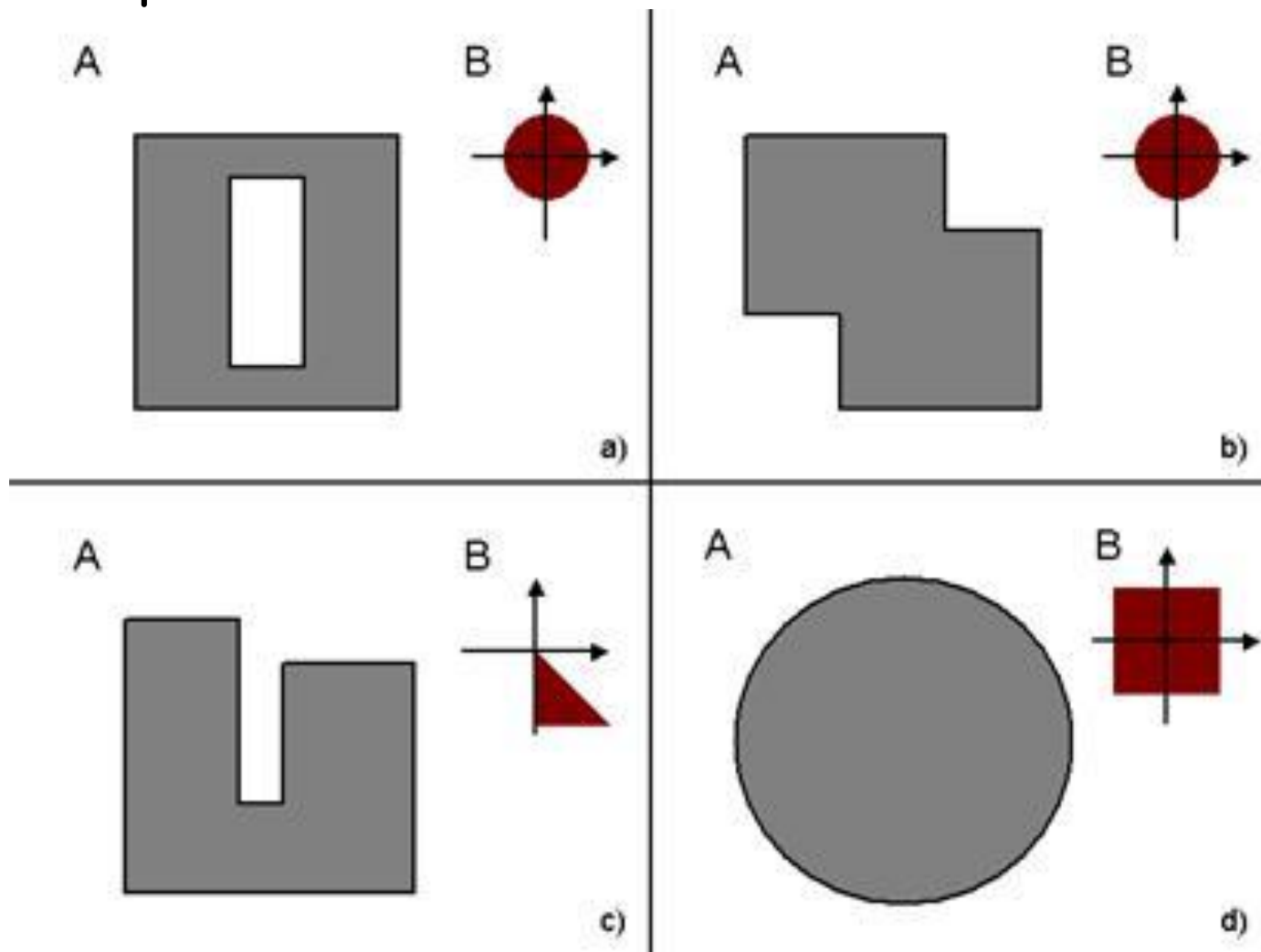
X_7



$X_7 \cup A$

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 точек 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

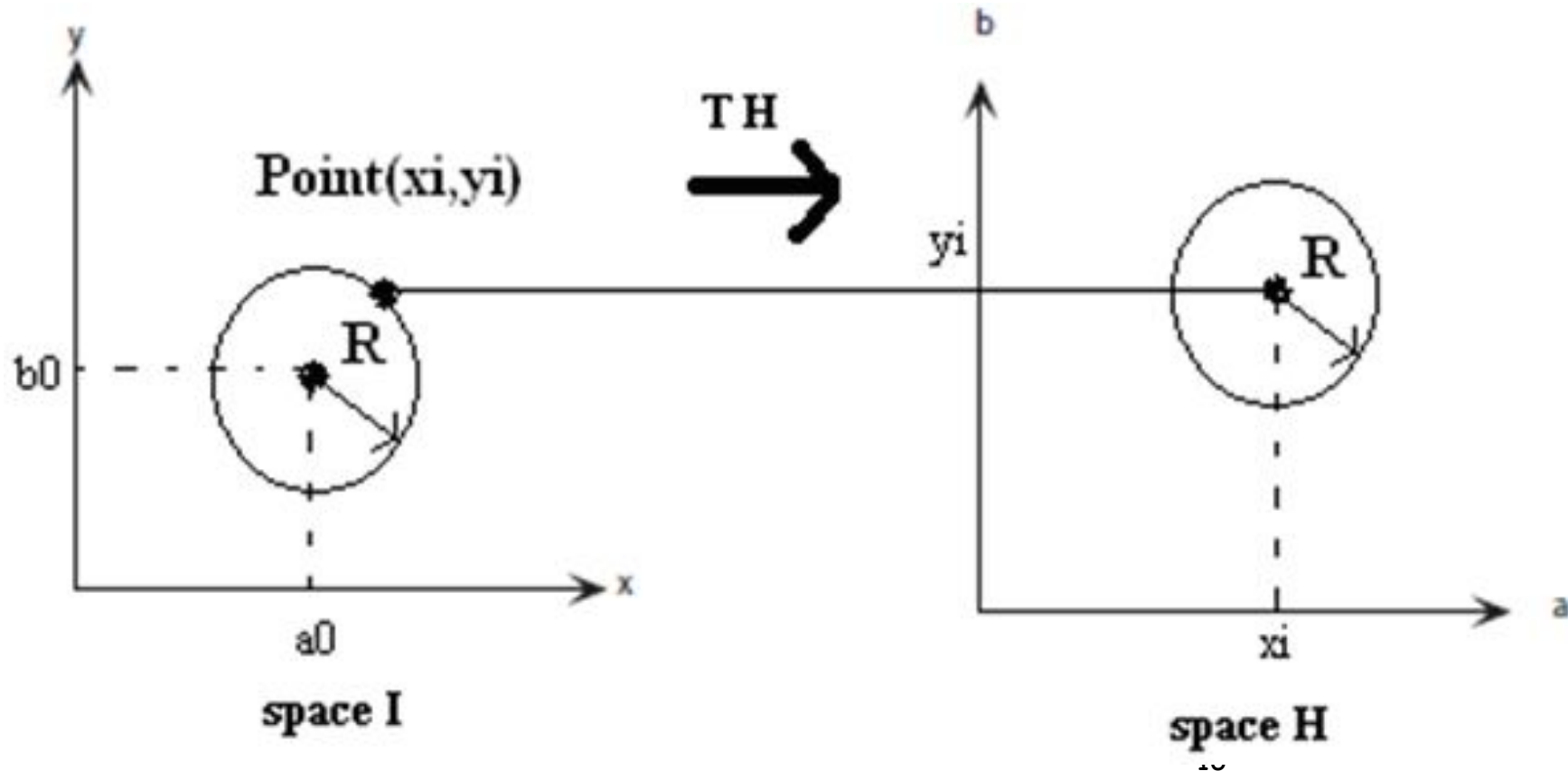
$$-b = -x_i a + y_i$$

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.

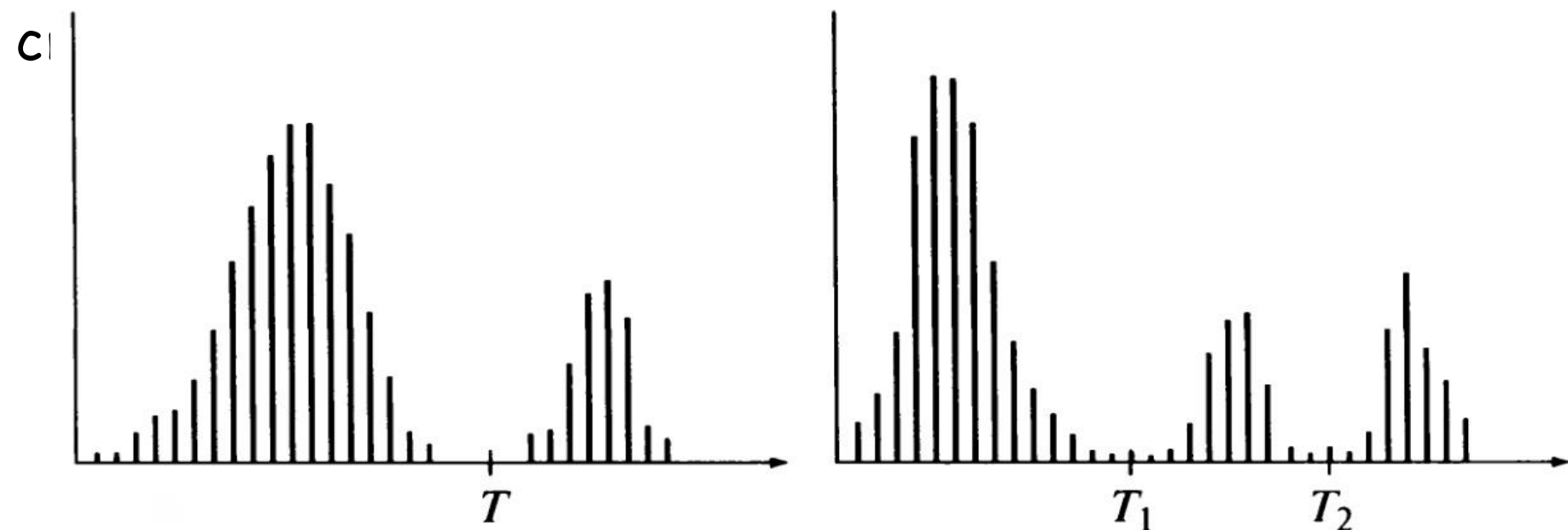
2. Сегментация изображений

- 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. ¹⁹

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 2×2 .

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 одному озеру, то алгоритм легко выделит озера.

