

Компьютерное зрение и обработка изображений

Лекция 3-4

Бинарные изображения

Я.М.Демяненко
dem@math.sfedu.ru

Южный федеральный университет
Институт математики, механики и компьютерных наук

2017

Содержание

- 1 Морфологические алгоритмы - продолжение
 - Построение остова
 - Усечение
 - Основные примитивы
- 2 Морфологическая реконструкция
 - Геодезическая дилатация и эрозия
 - Морфологическая реконструкция через дилатацию и через эрозию
- 3 Простые применения – алгоритмы
 - Размыкание с реконструкцией
 - Заполнение дырок
 - Очистка краёв изображения

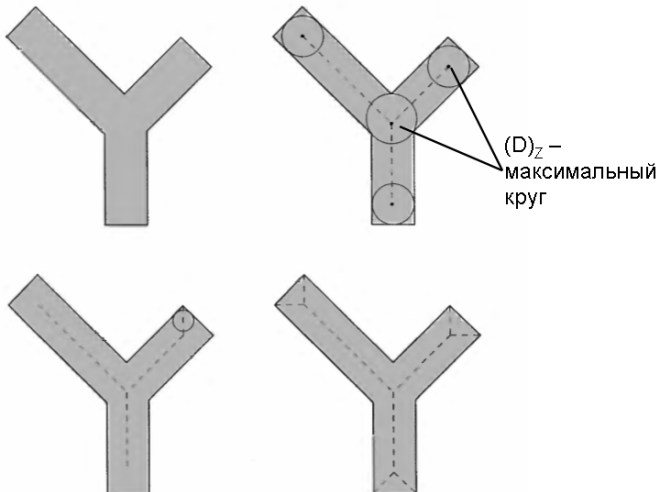
Содержание

- 1 Морфологические алгоритмы - продолжение
 - Построение остова
 - Усечение
 - Основные примитивы
- 2 Морфологическая реконструкция
 - Геодезическая дилатация и эрозия
 - Морфологическая реконструкция через дилатацию и через эрозию
- 3 Простые применения – алгоритмы
 - Размыкание с реконструкцией
 - Заполнение дырок
 - Очистка краёв изображения

Основные морфологические алгоритмы

- Выделение границ
- Заполнение дырок
- Выделение связных компонент
- Построение выпуклой оболочки
- Утончение
- Утолщение
- Построение остова
- Усечение
- Морфологическая реконструкция

Построение остова



Построение остова и восстановление

$$S(A) = \bigcup_{k=0}^K S_k(A)$$

$$S_k(A) = (A \ominus kB) \setminus ((A \ominus kB) \circ B)$$

$$(A \ominus kB) = (((\dots(A \ominus B) \ominus B) \ominus \dots) \ominus B)$$

$$K = \max \{k \mid (A \ominus kB) \neq \emptyset\}$$

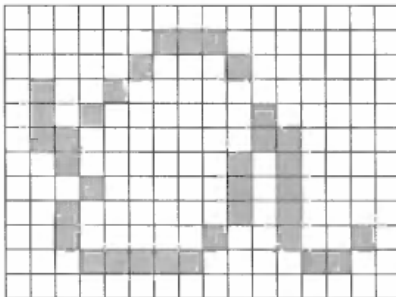
$$A = \bigcup_{k=0}^K (S_k(A) \oplus kB)$$

[Serra, 1982]

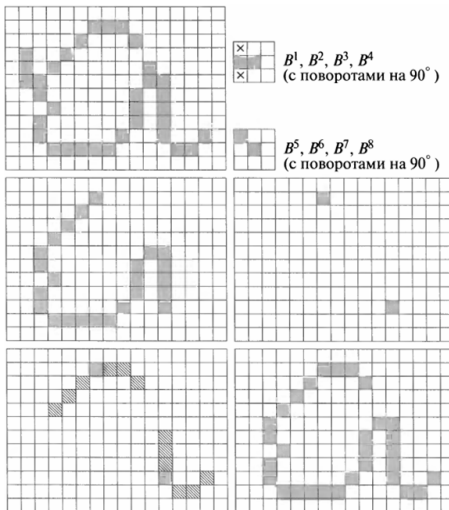
Построение остова и восстановление

k	$A \ominus kB$	$(A \ominus kB) \circ B$	$S_k(A)$	$\bigcup_{k=0}^K S_k(A)$	$S_k(A) \oplus kB$	$\bigcup_{k=0}^K S_k(A) \oplus kB$
0						
1						
2						

Как избавиться от хвостов?

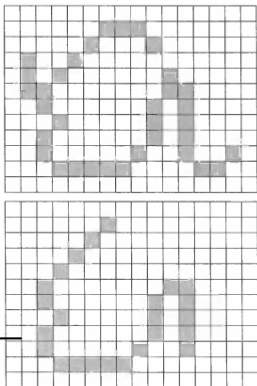


Усечение



Шаг 1 - Утончение

$$X_1 = A \otimes \{B\}$$



B^1, B^2, B^3, B^4
(с поворотами на 90°)



B^5, B^6, B^7, B^8
(с поворотами на 90°)

Шаг 2 – Построение концевых точек

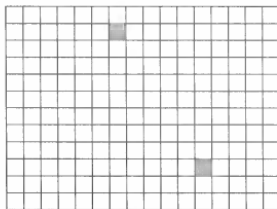
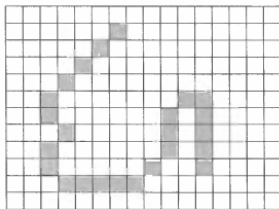
$$X_2 = \bigcup_{k=1}^8 (X_1 \circledast B^k)$$



B^1, B^2, B^3, B^4
(с поворотами на 90°)

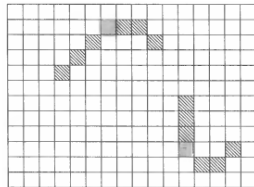
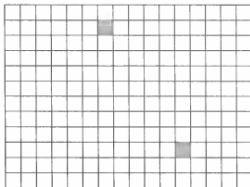


B^5, B^6, B^7, B^8
(с поворотами на 90°)



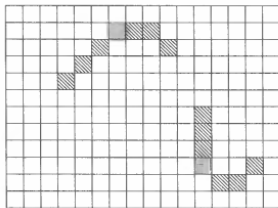
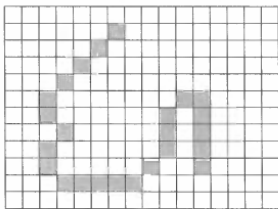
Шаг 3 – Дилатация концевых точек

$$X_3 = (X_2 \oplus H) \cap A$$

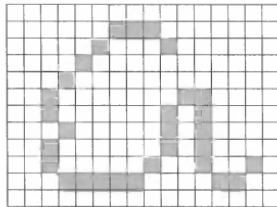


3 цикла

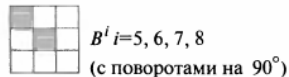
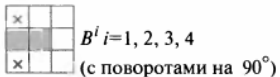
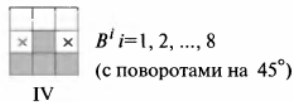
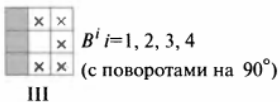
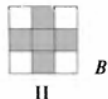
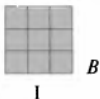
Шаг 4 – Объединение



$$X_4 = X_1 \cup X_3$$



Основные примитивы



Содержание

- 1 Морфологические алгоритмы - продолжение
 - Построение остова
 - Усечение
 - Основные примитивы
- 2 Морфологическая реконструкция
 - Геодезическая дилатация и эрозия
 - Морфологическая реконструкция через дилатацию и через эрозию
- 3 Простые применения – алгоритмы
 - Размыкание с реконструкцией
 - Заполнение дырок
 - Очистка краёв изображения

Основные участники

- изображение - маркер – содержит начальные точки для преобразования
- изображение - маска – ограничивает область преобразования
- примитив для указания связности

Геодезическая дилатация

- F – изображение - маркер
- G – изображение - маска
- V – примитив

$$F \subseteq G$$

Геодезическая дилатация

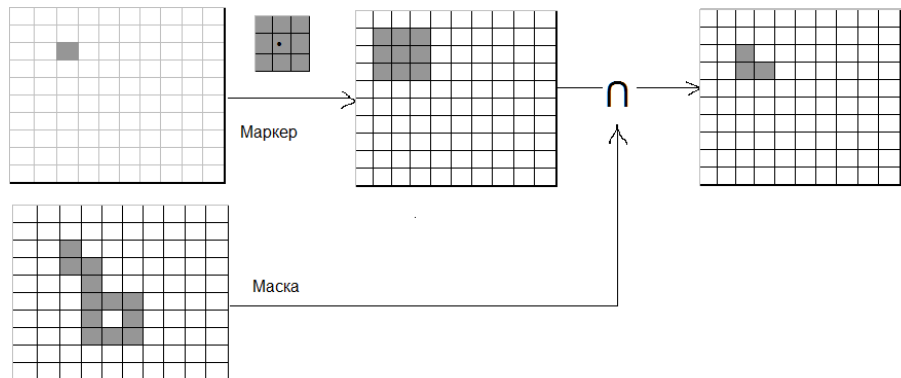
Геодезическая дилатация первого порядка

$$D_G^{(1)}(F) = (F \oplus B) \cap G$$

Геодезическая дилатация порядка n

$$D_G^{(n)}(F) = D_G^{(1)}[D_G^{(n-1)}(F)]$$

Геодезическая дилатация порядка 1



Геодезическая эрозия

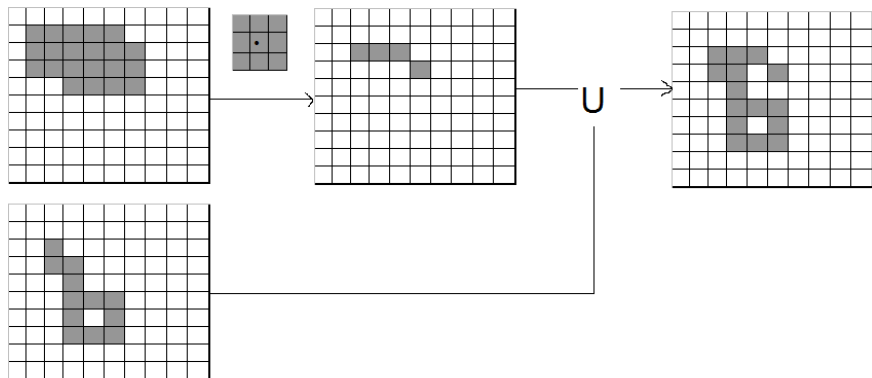
Геодезическая эрозия первого порядка

$$E_G^{(1)}(F) = (F \ominus B) \cup G$$

Геодезическая эрозия порядка n

$$E_G^{(n)}(F) = E_G^{(1)}[E_G^{(n-1)}(F)]$$

Геодезическая эрозия порядка 1



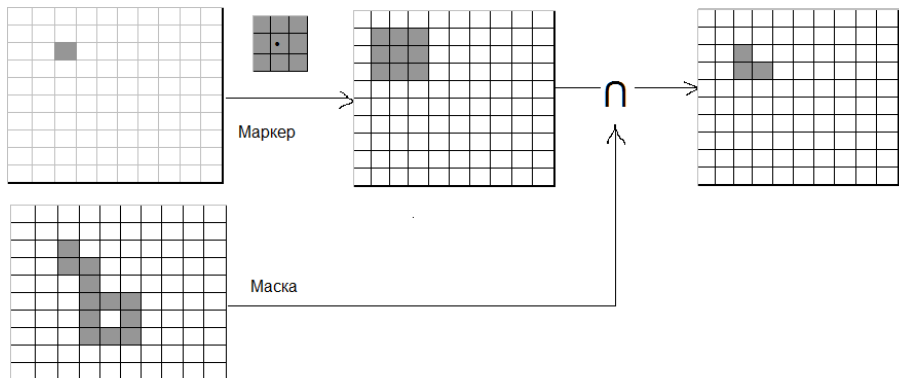
Морфологическая реконструкция через дилатацию

$$R_G^D(F) = D_G^{(k)}(F)$$

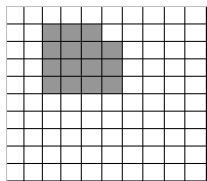
при таком k , что

$$D_G^{(k)}(F) = D_G^{(k+1)}(F)$$

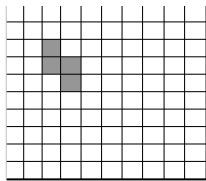
Геодезическая дилатация порядка 1



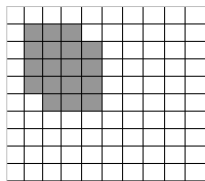
Морфологическая реконструкция через дилатацию



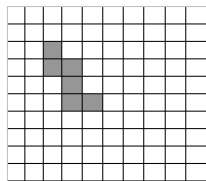
Дилатация $D_G^{(1)}(F)$ по В



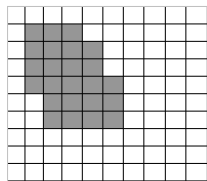
$D_G^{(2)}(F)$



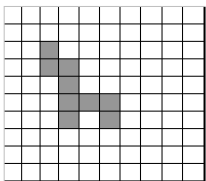
Дилатация $D_G^{(2)}(F)$ по В



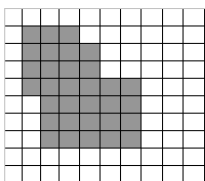
$D_G^{(3)}(F)$



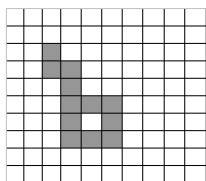
Дилатация $D_G^{(3)}(F)$ по В



$D_G^{(4)}(F)$



Дилатация $D_G^{(4)}(F)$ по В



$D_G^{(5)}(F) = R_G^D(F)$

Морфологическая реконструкция через эрозию

$$R_G^E(F) = E_G^{(k)}(F)$$

при таком k , что

$$E_G^{(k)}(F) = E_G^{(k+1)}(F)$$

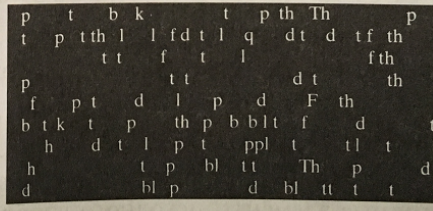
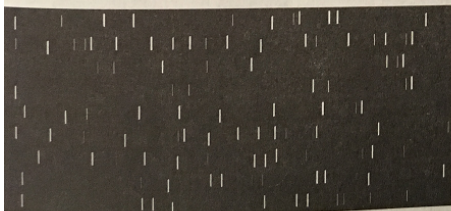
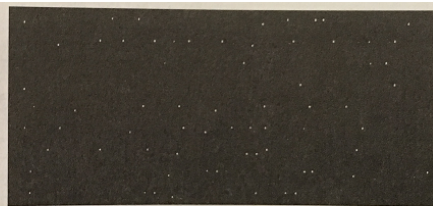
Содержание

- 1 Морфологические алгоритмы - продолжение
 - Построение остова
 - Усечение
 - Основные примитивы
- 2 Морфологическая реконструкция
 - Геодезическая дилатация и эрозия
 - Морфологическая реконструкция через дилатацию и через эрозию
- 3 Простые применения – алгоритмы
 - Размыкание с реконструкцией
 - Заполнение дырок
 - Очистка краёв изображения

Размыкание с реконструкцией

ponents or broken connection paths. There is no point past the level of detail required to identify those

Segmentation of nontrivial images is one of the most processing. Segmentation accuracy determines the evolution of computerized analysis procedures. For this reason, care be taken to improve the probability of rugged segmentation, such as industrial inspection applications, at least some the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such



(а) Изображение текста с размерами 918×2018 пикселей. Высокие символы имеют среднюю высоту приблизительно 50 пикселей. (б) Результат эрозии (а) по примитиву размерами 51×1. (в) Результат размыкания (а) по тому же примитиву; приводится для сравнения. (г) Результат размыкания с реконструкцией

Размыкание с реконструкцией

$$O_R^{(n)}(F) = R_F^{(D)}[(F \ominus nB)]$$

Заполнение дырок

ponents or broken connection paths. There is no position past the level of detail required to identify those

Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, care should be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of automation in the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such

ponents or broken connection paths. There is no position past the level of detail required to identify those

Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, care should be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of automation in the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such

ponents or broken connection paths. There is no position past the level of detail required to identify those

Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, care should be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of automation in the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such

(а) Изображение текста с размерами 918×2018 пикселей. (б) Дополнение (а), используемое как маска. (в) Изображение-маркер. (г) Результат заполнения дырок

Заполнение дырок

изображение - маркер

$$F(x, y) = \begin{cases} 1 - I(x, y) & \text{если } (x, y) \text{ на краю } I \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Тогда

$$H = [R_{I^c}^D(F)]^c$$

Очистка краёв изображения

ponents or broken connection paths. There is no position past the level of detail required to identify those objects.

Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult tasks in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, considerable effort should be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of ruggedness in the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such



ponents or broken connection paths. There is no position past the level of detail required to identify those objects.

Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult tasks in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, considerable effort should be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of ruggedness in the environment is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such

Очистка краёв изображения. (а) Результат реконструкции через дилатацию, примененную к изображению-маркеру. (б) Изображение без объектов, примыкающих к краям.

Очистка краёв изображения

изображение - маркер

$$F(x, y) = \begin{cases} I(x, y) & \text{если } (x, y) \text{ на краю } I \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Тогда

$$X = I \setminus R_I^D(F)$$