

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИТМО»**

Факультет Систем Управления и Робототехники

Дисциплина: Обработка цифровых изображений

ОТЧЁТ О ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ №4
Морфологический анализ изображений

Выполнил студент

Топольницкий А.А.

Группа

R4134с

Преподаватель

Шаветов С.В.

Санкт-Петербург

2023 г.

Цель работы:

Освоение принципов математической морфологии в области обработки и анализа изображений

Краткое теоретическое обоснование:

Морфология в области обработки изображений – это математические методы анализа изображений, основанных на содержательных яркостно-геометрических моделях.

В работе нам понадобятся 4 основных операции бинарной морфологии над изображением A структурным элементом B :

1. Дилатация – расширение – $A \oplus B$ – расширяет бинарный образ A структурным элементом B ;
 2. Эрозия – сжатие – $A \ominus B$ – сужает бинарный образ A структурным элементом B ;
 3. Открытие – отмыкание, размыкание - $(A \ominus B) \oplus B$ – удаляет внешние дефекты бинарного образа A структурным элементом B ;
 4. Закрытие – замыкание - $(A \oplus B) \ominus B$ – удаляет внутренние дефекты бинарного образа A структурным элементом B ,
- где \oplus и \ominus - сложение и вычитание Минковского.

Ход работы

Лабораторная работа выполнялась в MATLAB.

Листинг 1. Базовые морфологические операции на примере прямоугольника

```
clc  
clear all
```

```
clc  
clear all
```

```
I = imread('reck.jpg');  
I = rgb2gray(I);  
t = graythresh(I);
```

```
A = imbinarize(I,t);
A = ~A;
[nrows, ncols, ~] = size(A);
```

```
figure
subplot(2,2,1);
imshow(I);
title('Оригинал')
```

```
B = strel('rectangle',[15 15]); % получить монохромный круглый элемент
M = B.Neighborhood; %
M(nrows, ncols) = 0;
```

```
subplot(2,2,2);
imshow(~M);
title('Структурный элемент')
```

```
Opening = imopen(A,B);
subplot(2,2,3);
imshow(~Opening);
title('Результат открытия')
```

```
Closing = imclose(Opening,B);
subplot(2,2,4)
imshow(~Closing)
title('Результат закрытия')
```

Комментарий: поскольку у нас основной элемент прямоугольник, то в качестве структурного элемента тоже возьмём маленький прямоугольник. Затем последовательно применим операцию открытия и закрытия. Сначала останутся дыры после открытия, но не будет внешних выступов. Затем после закрытия не будет внутренних дыр. В итоге получим изображение без дефектов.

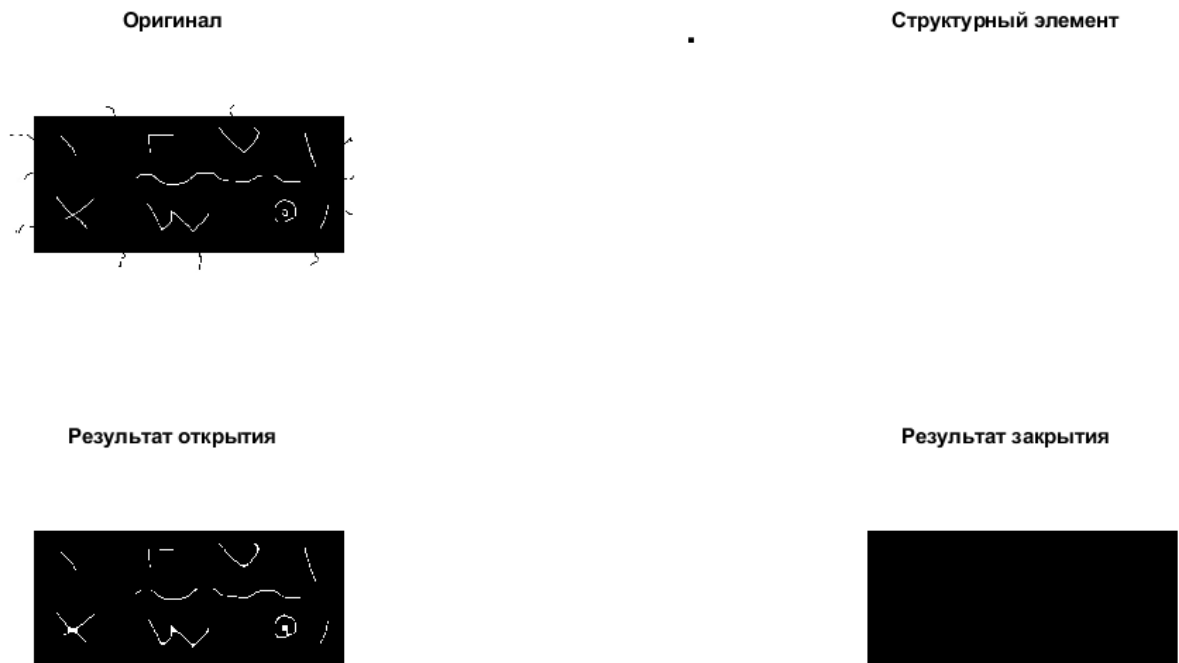


Рисунок 1. Базовые морфологические операции на примере прямоугольника

Листинг 2. Базовые морфологические операции на примере эллипса

```
I = imread('original.jpg');
```

```
I = rgb2gray(I);
```

```
t = graythresh(I);
```

```
I = imread('original.jpg');
```

```
I = rgb2gray(I);
```

```
t = graythresh(I);
```

```
A = imbinarize(I,t);
```

```
A = ~A;
```

```
[nrows, ncols, layers] = size(A);
```

```
figure
```

```
subplot(2,2,1);
```

```
imshow(I);
```

```
title('Оригинал')
```

```
B = strel('disk',19,8); % получить монохромный круглый элемент
```

```
M = B.Neighborhood; %
```

```
M(nrows, ncols) = 0;
```

```
subplot(2,2,2);
imshow(~M,[]);
title('Структурный элемент')
```

```
Opening = imopen(A,B);
subplot(2,2,3);
imshow(~Opening);
title('Результат открытия')
```

```
Closing = imclose(Opening,B);
subplot(2,2,4);
imshow(~Closing);
title('Результат закрытия')
```

Комментарий: поскольку у нас эллипс, то логично взять относительно круглый элемент. Возьмём *disk* с радиусом 19. На картинке ниже видно, что получилось избавиться от дефектов.

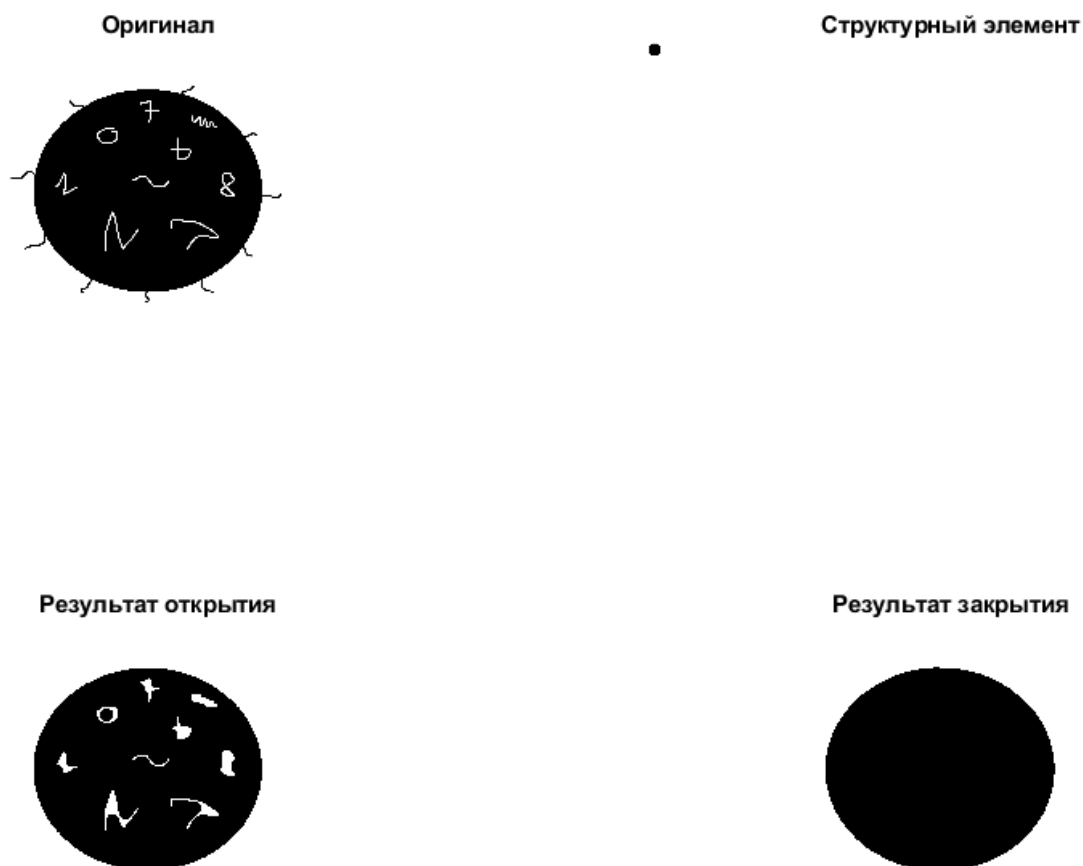


Рисунок 2. Базовые морфологические операции на примере эллипса

Листинг 3. Разделение объектов

```
figure
I = imread('crs.jpg');
subplot(2,3,1);
imshow(I)
title('Оригинал')
I = rgb2gray(I);
t = graythresh(I);
Inew = imbinarize(I,t);
subplot(2,3,2);
imshow(Inew);
title('Бинаризированное')

Inew = ~Inew;
subplot(2,3,3);
imshow(Inew);
title('Инвертированное');
BW2 = bwmorph(Inew,'erode',20); % применяем морфологическую операцию
эрозии 20 раз
subplot(2,3,4);
imshow(BW2);
title('После эрозии')
BW2 = bwmorph(BW2,'thicken', Inf); % утолщаем границы
subplot(2,3,5);
imshow(BW2)
title('После дилатации')
Inew = ~ (Inew & BW2);
subplot(2,3,6);
imshow(Inew);
title('Инвертированное')
```

Комментарий: здесь мы бинаризируем изображение, затем применяем операцию эрозии и дилатации, получаем границы. На рисунке видно, что разделение прошло неплохо, однако на правой фигуре 2, 3 и 4 сверху объекты не разделились.

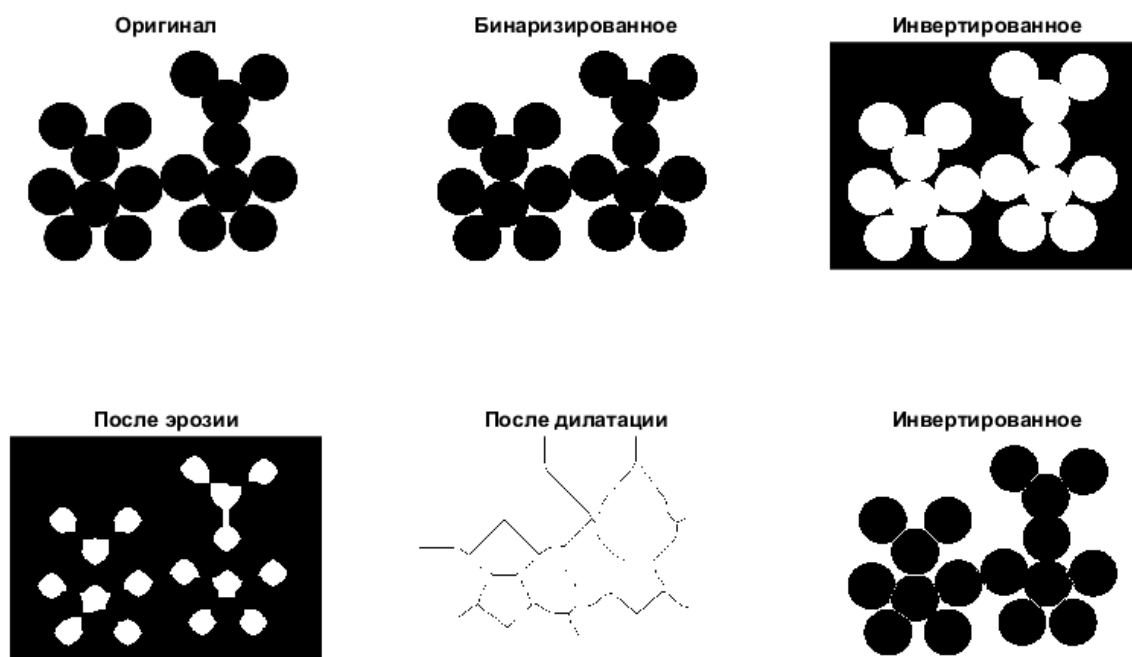


Рисунок 3. Разделение объектов

Листинг 4. Сегментация изображения

```

I_f_mean = filter2(fspecial('average',3),I_gauss); % усредняющий
I_f_gauss = imgaussfilt(I_gauss); % Гауссов
I = imread('apples.jpg');

figure

subplot(3,4,1)
imshow(I)
title('Оригинал')

A = rgb2gray(I);

subplot(3,4,2);
imshow(A);
title('Полутоновый оригинал')

B = strel('disk',18); % задаём наш структурный элемент. Объекты круглые,
потому диск
C = imerode(A,B); % применяет операцию эрозии к A элементом B
Cr = imreconstruct(C,A); % делаем морфологическую реконструкцию

```

```

Crd = imdilate(Cr, B); % операция дилатации
Crdr = imreconstruct(imcomplement(Crd), imcomplement(Cr)); % делаем
реконструкцию, а
% внутри скобок вычисляется инвертированное изображение к аргументу
Crdr = imcomplement(Crdr);

```

```

subplot(3,4,3);
imshow(Crdr);
title('Отфильтрованное изображение')

```

```

fgm = imregionalmax(Crdr); % определяем локальные максимумы для
определения
% маркеров переднего плана - foreground markers == fgm
subplot(3,4,4);
imshow(fgm);
title('Рассчитанные маркеры переднего плана')

```

```

A2 = A;
A2(fgm) = 255;
subplot(3,4,5);
imshow(A2)
title('Наложенные маркеры переднего плана')

```

```

B2 = strel(ones(5,5));
fgm = imclose(fgm,B2); % закрытие
fgm = imerode(fgm,B2); % эрозия
fgm = bwareaopen(fgm,10); % удаляем мелкие объекты, которые меньше
заданного числа
A3 = A;
A3(fgm) = 255;
subplot(3,4,6);
imshow(A3);
title('Отфильтрованные маркеры переднего плана');

```

```

bw = imbinarize(Crdr); % бинаризуем отфильтрованное изображение
subplot(3,4,7);
imshow(bw);
title('Бинаризованное');

```



```

D = bwdist(bw); % евклидово расстояние от каждого чёрного до ближайшего
белого пикселя
L = watershed(D); % получаем сегменты методом водораздела
bgm = L == 0; % вычисляем значения матрицы
subplot(3,4,8);
imshow(bgm)
title('Рассчитанные маркеры фона');

hy = fspecial('sobel'); % задаём фильтр Собела
hx = hy;
Ay = imfilter(double(A), hy, 'replicate'); % применяем его
Ax = imfilter(double(A), hx, 'replicate');
grad = sqrt(Ax.^2 + Ay.^2); % вычисляем значение градиента
grad = imimposemin(grad, bgm | fgm); % определяем локальные минимумы
изображения
subplot(3,4,9)
imshow(grad);
title('Исходное градиентное представление');

L = watershed(grad); % сегментация на уточненном градиентном
представлении
subplot(3,4,10);
imshow(L);
title('Модифицированное градиентное представление')

A4 = A;
A4(imdilate(L == 0, ones(3,3)) | bgm | fgm) = 255;
subplot(3,4,11);
imshow(A4);
title('Наложение маркеров на исходное');

Lrgb = label2rgb(L,'jet', 'w', 'shuffle');
subplot(3,4,12);
imshow(Lrgb);
title('Цветная версия')

```

Комментарий: в целом комментарии по каждому шагу есть в самом коде, но общая последовательность следующая: получаем полутоновый

оригинал, рассчитываем маркеры переднего плана, накладываем их, рассчитываем маркеры заднего плана, считаем градиент, накладываем маркеры на исходное изображение, делаем цветную версию. Ниже приведена работа алгоритма для двух картинок – красных и зелёных яблок. Поскольку зелёных яблок поменьше, и они более крупные на фотографии, их сегментация прошла лучше, чем для красных яблок.

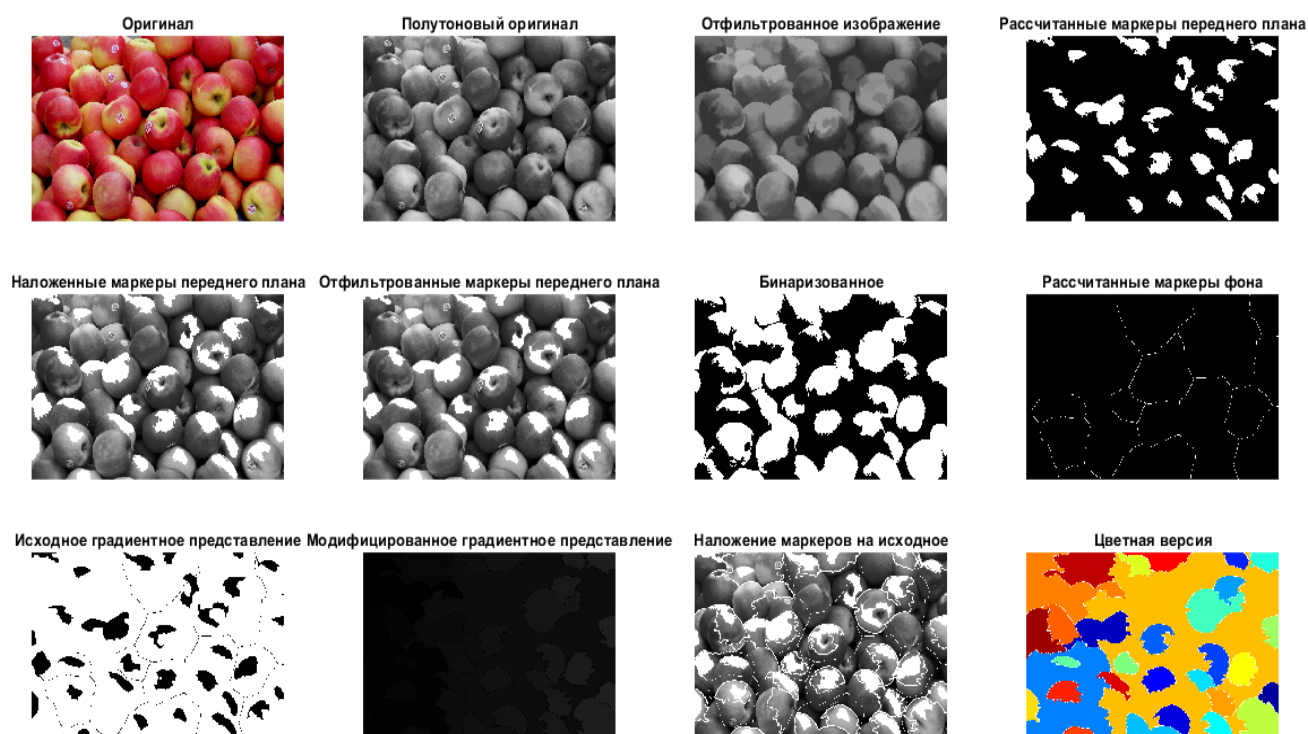


Рисунок 4. Сегментация изображения на примере красных яблок

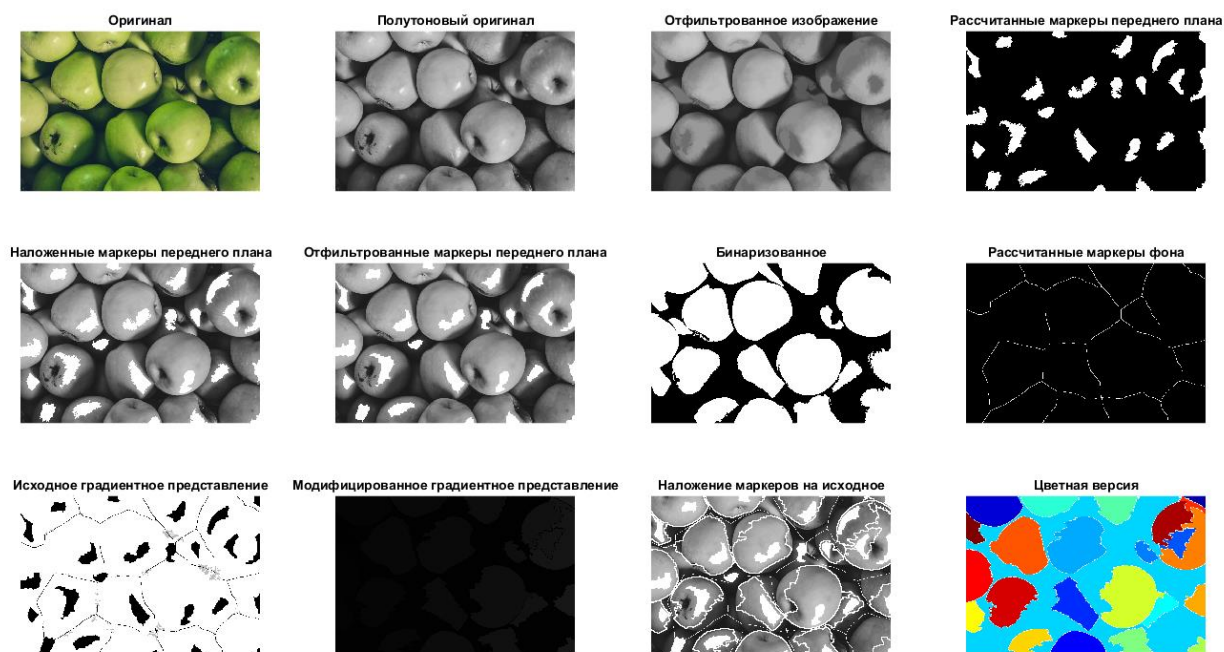


Рисунок 5. Сегментация изображения на примере зелёных яблок

Выводы. В ходе лабораторной работы были выполнены следующие шаги:

- На примере прямоугольника и эллипса были рассмотрены базовые морфологические операции. Для обеих фигур последовательное применение операций открытия – закрытия позволило избавиться от дефектов.
- На примере двух фигур из кружков было произведено разделение объектов с помощью эрозии и дилатации, однако некоторые объекты в итоге разделить так и не получилось;
- На примере картинок с красными и зелёными яблоками была проведена сегментация изображений. Для красных яблок сегментация прошла успешно по краям картинке, но в центре не особо удачна, а для зелёных яблок сегментация прошла хорошо.

Ответы на вопросы к лабораторной работе:

1. Включает ли результат открытия в себя результат закрытия?

Ответ: нет, не включает, поскольку в открытии сначала происходит применение эрозии, а затем дилатации, а в закрытии наоборот – сначала дилатация, а затем эрозия. И хотя данные операторы являются равносильными, результат после отдельного применения каждой разный.

2. Какой морфологический фильтр необходимо применить, чтобы убрать у объекта выступы?

Ответ: для удаления внешних выступов применяется открытие: сначала эрозия объекта, которая удаляет внешние выступы формы, а затем применяется дилатация объекта для восстановления формы объекта, однако внутренние дефекты не исчезают (для их удаления последовательно нужно применить ещё и операцию закрытия).

3. Каким образом с помощью морфологических операций можно найти контур объекта?

Ответ: контуры объектов можно получить, если сначала применить операцию сжатия, то есть эрозию, некоторое количество раз, а затем к результату применить расширение, то есть дилатацию, причём применить максимальное количество раз.

4. Что такое морфология?

Ответ: морфология – это наука о форме, в обработке изображений это математические методы анализа изображений, основанных на содержательных яркостно-геометрических моделях. Под формой понимается нечто, что присутствует во всех изображениях сцены вне зависимости от освещения или других условий.

