

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Кафедра инженерной кибернетики

**Отчет по лабораторной №4 на тему:  
«Сегментация изображений»**

по дисциплине:  
«Компьютерное зрение»  
Направление подготовки: 01.03.04 Прикладная математика

Семестр 5

Выполнил:  
Фейгенберг М.И.

БПМ-23-ПО-3

30.11.2025

Подпись: \_\_\_\_\_

Проверил:  
Полевой Д.В.

\_\_\_\_\_  
(оценка)

\_\_\_\_\_  
(дата проверки)

Подпись: \_\_\_\_\_

Москва 2025

## **Цель работы**

Изучение и реализация сегментации изображений с использованием различных подходов и методов для анализа изображения, а также оценка полученных результатов с помощью различных метрик.

## **Задание**

- Реализовать функционал для сегментации изображений:
  - Сегментация целевого изображения.
  - Визуализация сегментационных масок.
  - Оценка качества сегментации с использованием эталонных масок и метрик.
- Создать эталон сегментации.

## **Инструкция по сборке и запуску**

Весь код используемый и описываемый в данной лабораторной работы можно найти по ссылке:

(<https://github.com/Asbecov/misis2025f-23-03-feigenberg-m-i/tree/master>)

Сборка проекта выполняется с использованием CMake:

```
cmake .
```

```
cmake --build ./build
```

Запуск программы:

- Для создания сегментационных масок:

```
./task04 --create input_lst_path output_dir
```

- Для оценки качества сегментации:

```
./task04 --assess input_img_path input_mask_lst_path  
output_assessment_dir
```

## **Теоретическая часть**

## Сегментация изображений

Сегментация подразумевает классификацию пикселей изображения к нескольким отдельным областям, которые могут быть однородными по определенным признакам (будь то цвет/яркость, текстура, контуры и тд).

### Методы сегментации

- Глобальная бинаризация

В некотором роде глобальная бинаризация по одному порогу также является примером сегментации, ведь пиксели в изображении классифицируются по яркости и относятся к одному из двух классов: фон/передний план.

- Метод выращивания областей

Основывается на принципе выделения областей, начинающихся с начальной точки и постепенно расширяющихся, пока не достигнут определенные критерии однородности.

- Методы на основе областей (например, watershed)

Метод водораздела является методом сегментации на основе областей, который применяется для выделения объектов на изображении. Этот метод использует идею "водораздела", где изображение рассматривается как карта градиентов, каждый пиксель описывает скорость изменения яркости на изображении, формируя горы и долины. "Горы" воспринимаются как границы, а "водоемы" как области, которые будут отделены друг от друга.

Для выполнения работы был выбран алгоритм водоразделов, но для его работы необходимо значительно подготовить изображение.

### Метрики качества сегментации

Для оценки качества сегментации используются различные метрики, которые позволяют количественно определить, насколько точно выполнена сегментация на сравнении с эталоном.

- IoU
- Precision
- Recall
- Accuracy

Данные метрики уже были рассмотрены в большей детальности в лабораторной работе 3, стоит только дополнить что для оценки качества сегментации в купе все данные метрики считаются в среднем для всех выделенных объектов на изображении, если один из эталонных объектов не был выделен, его метрики считаются равными 0.

## **Реализация**

Как упоминалось выше, в качестве выбранного алгоритма сегментации был выбран алгоритм watershed. Перед использованием встроенной в OpenCV имплементации данного алгоритма необходимо создать карту маркеров объектов изображения. Для выполнения данной задачи был реализован следующий алгоритм:

- Бинаризация исходного изображения при помощи метода Оtsu
- Закрытие небольших дырок на полученной бинарной маске при помощи морфологических операций
- Создание карты расстояний от каждого пикселя до ближайшего фона
- Применение порога для выделения областей, которые считаются объектами
- Выделение отдельных областей разными идентификаторами (объекты, фон), обозначение неопознанных областей нулями

Далее готовая карта маркеров передается в алгоритм watershed, его задача найти границы между объектами. Приведенный выше алгоритм был реализован в методе:

```
cv::Mat create_segmentation_mask(const cv::Mat& img, const double threshold_fg)
```

, где `threshold_fg` - порог для выделения объектов из карты расстояний, изменяя данный порог мы можем сильно влиять на выделение маленьких объектов и точность разделения областей.



Рис 1-2, исходные изображения, используемые для сегментации



Рис 3-4, полученные в результате сегментации маски, наложенные на исходные изображения

Оценка качества сегментации

Используемые метрики для оценки качества были описаны выше.

Полученные объекты из сегментации сопоставляются с эталонными масками по значению IoU, таким образом мы можем оценивать качество полученных масок на сравнении с эталонной. Алгоритм оценки качества сегментации был реализован в функции

```
SegmentationMetrics calc_segmentation_metrics(const cv::Mat&  
predicted_markers, const std::vector<cv::Mat>& gt_masks, const double  
iou_threshold = 0.5);
```

Также для оценки были изготовлены эталонные маски каждого из объектов изображения:





Рис 5-7, эталонные маски объектов изображения.

Выбор оптимального порога в реализованном алгоритме сегментации  
Для выбора были созданы сегментации для исходного изображения при разных значениях `threshold_fg` от 0 до 1 с шагом  $1/255$ . Для каждой из полученных сегментаций были посчитаны метрики и записаны в таблицу `threshold_analysis.csv`, порог (0.537), при котором сегментация достигала максимальное значение IoU (0.658), выдает:



Рис 8, полученный оверлей сегментации при оптимальном значении порога  
При данном пороге мы видим частичное выделение футболки в отдельный объект, что скорее всего и стало причиной повышения значения IoU.

## **Заключение**

В ходе лабораторной работы был реализован метод сегментации изображений с использованием алгоритма watershed. Сегментация показала хорошие результаты на целевых изображениях. Были также посчитаны и применены различные метрики для оценки качества сегментации, что позволило объективно оценить результаты и подобрать оптимальные пороговые значения.