Отчет о лабораторной работе №2

Обработка и распознавание изображений, ММП ВМК МГУ.

Аристархов Данила Дмитриевич.

Март 2024.

Содержание

1 Постановка задачи

Необходимо разработать и реализовать программу для работы с изображениями фишек игрового набора Тримино. Программа должна производить сегментацию изображения, а также подсчет количества точек на фишках. Также необходимо разработать пользовательский интерфейс для работы с программой, обеспечивающий выбор изображения, выполнение операций преобразования и выдачу результата.

2 Описание данных

Данные представляют из себя растровые изображения, на которых изображены фишки Тримино на различных фонах. Фишки представляют из себя треугольники с нанесенными на 3 углах точками. Количество точек варьируется от 0 до 5.

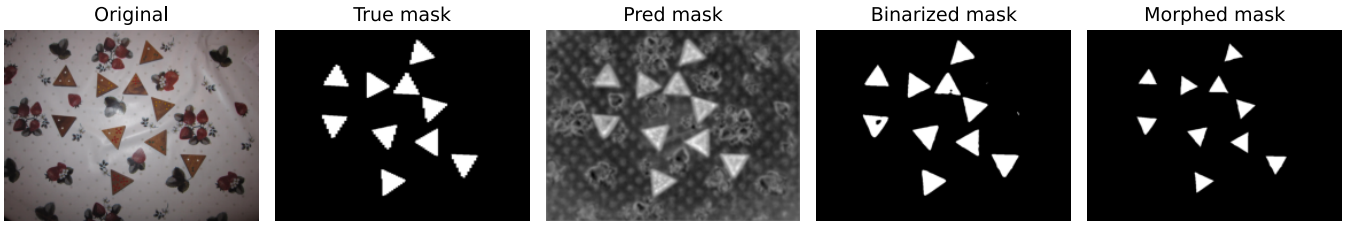


Рис. 1: Пример работы модели сегментации

3 Описание метода решения

3.1 Сегментация изображения

Для сегментации изображений был применен нейросетевой подоход. Для этого изображения предварительно были размечены вручную. В качестве архитектуры была выбрана LinkNet (рис. 2) с использованием энкодера, основанного на VGG13. Обучение производилось с помощью различных аугментаций, таких как вырезание случайного фрагмента изображения, горизонтальное отражение, изменение яркости и т.д.

Для улучшения результата работы модели при постобработке были использованы следующие морфологический операции:

1. Закрытие с ядром $(13, 13)$ для устранения полостей в полученной маске сегментации.

2. Эрозия с ядром $(13, 13)$ для разъединения на отдельные компоненты близко расположенных треугольников и удаления шума. Также это преобразование позволяет отделиться от границы треугольника, что поможет на этапе подсчета точек.

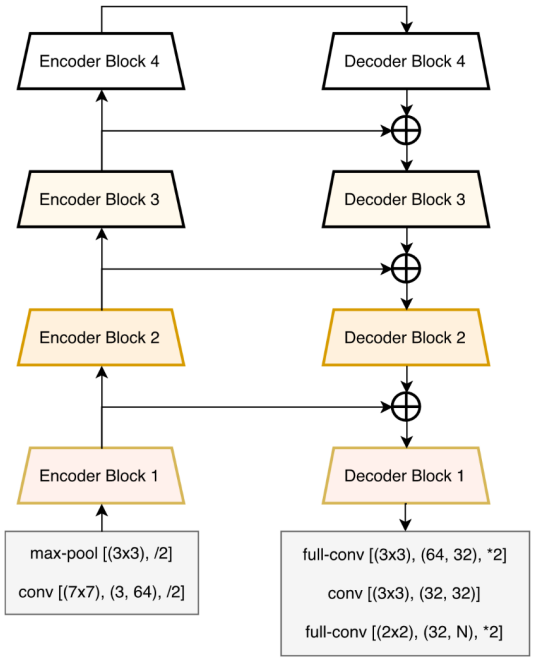


Рис. 2: Архитектура LinkNet

3.2 Поиск фишек

Для поиска отдельных фишек сначала выделялись границы полученной маски. Затем эти границы приближались многоугольниками. Из этих многоугольнов выбирались треугольники. Таким образом удается выделить вершины фишек, и с помощью этого вычислить центр фишки.

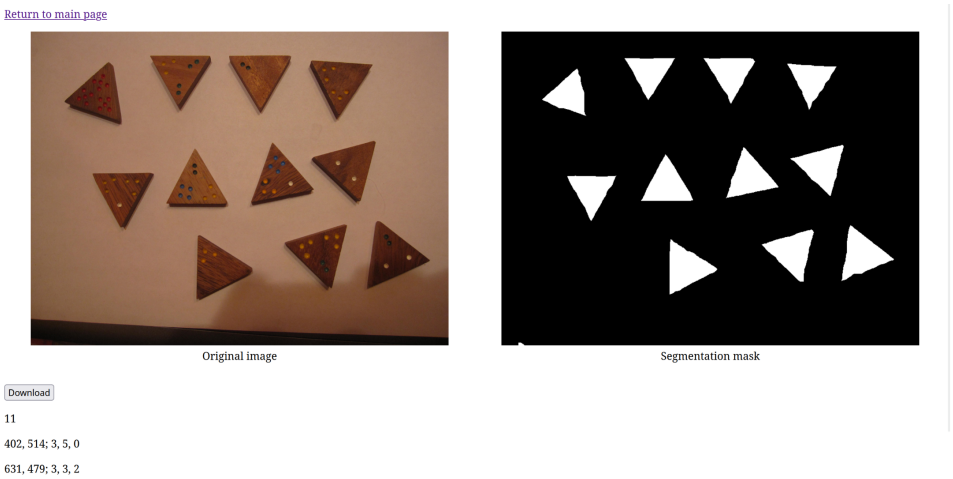
3.3 Подсчет точек

Подсчет точек происходит в несколько этапов:

1. Считается градиент изображения по горизонтали G_x и по вертикали G_y отдельно по цветовым каналам.
2. Вычисляется общий градиент $G = |G_x| + |G_y|$.
3. Получаем маску с помощью максимума градиента по каналам.
4. Эта маска размывается по Гауссу с ядром размера $(3, 3)$.
5. Производится бинаризация Оцу полученной маски.
6. Для каждой вершины треугольников берется ее окрестность. Эта окрестность представляет из себя пересечение маски треугольника, полученной при сегментации, и окружности с радиусом, равным расстоянию от вершины до центра треугольника.
7. В этой окрестости ищется количество связных компонент. При этом происходит отсев слишком маленьких компонент.

Число связных компонент и является количеством точек возле вершины фишки.

(a) Выбор изображения



(b) Результат работы программы

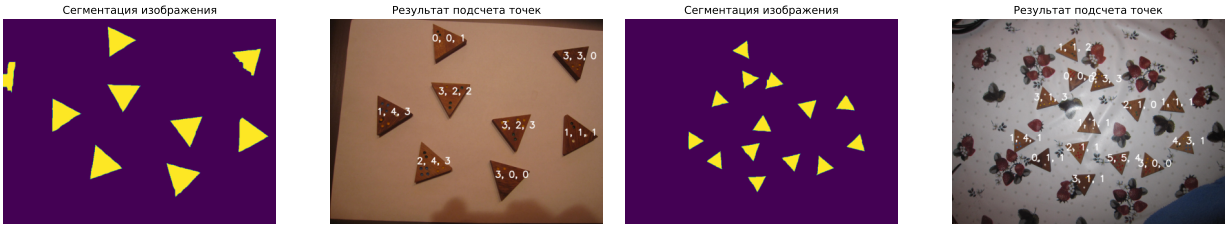
Рис. 3: Этапы работы с программой

4 Описание программой реализации

Программа была написана на языке программирования `Python`. Для работы с изображениями использовалась библиотека `OpenCV`. Для обучение нейросети был использована библиотека `PyTorch`, для аугментаций — `Albumentations`. Интерфейс был реализован в виде веб-сервера с помощью библиотеки `Flask`. Для удобство решение было обернуто в docker-контейнер, однако возможна установка программы и всех зависимостей вручную.

Работа с программой происходит следующим образом (см. рис. 3): сначала пользователь выбирает изображение для обработки. Далее происходит выдача результата в виде маски сегментации исходного изображения, а также координаты центров фишек и результат подсчета количества точек в углах. Имеется возможность скачать результат в виде файла формата `txt`.

5 Эксперименты



(a) Beginner (b) Expert

Рис. 4: Эксперименты

Алгоритм отлично себя показал на этапе сегментации исходного изображения. Хотя нейросеть хорошо выделяет фишки на любом фоне при любом освещении. С помощью морфологии удается устранить различные неточности нейросети: убрать шум, отделить треугольники друг от друга и заполнить полости внутри них. Также выделение только треугольных компонент позволяет убрать лишние компоненты и получить координаты вершин треугольника.

Алгоритм подсчета точек тоже хорошо справился с задачей. Однако на некоторых иногда результаты получаются неточными. В первую очередь это происходит из-за неоднородности фишки, что влечет появление градиента на фишки не в местах расположения точек. Также алгоритм имеет трудности с классификацией 5 точек, поскольку они плотно расположены и их трудно отделить друг от друга. Возможным решением данной проблемы является фотографирование фишек более крупным планом.

6 Выводы

Предложенный алгоритм смог добиться высокой точности при сегментации изображения. Классификация фишек происодит менее точно, однако выдает результат, близкий к реальному количеству точек. В целом алгоритм смог справиться с поставленной задачей