Точная локализация бар-кода

Точная локализация бар-кодов. Необходимо проработать алгоритм, который выделяет на изображении праильно ориентированную границу бар-кода, при этом на изображении он должен быть только один (то есть после грубой локализации баркодов).

P.S: Правильная ориентация определяется двумя условиями:

1. Бар-код находится слева от границы при обходе контура.
2. Первая точка границы - левая нижняя точка, если бы бар-код был бы эталонным.

API

- **Входные данные:** Карта Instance segmentation. То есть, отображение вида `R x R -> N + {0}` в виде двумерного массива, где каждый элемент обозначает принадлежность соответствующего пикселя к `i-ому` бар-коду.
- **Выходные данные:** Массив, вида, который обозначает границы:

```
List[Tuple(uint, uint)]
```

Точная локализация

Задача, на текущий момент, может решаться двумя способами:

1. Использовать результаты сегментации, найти положительно ориентированный контур выделенного бар-кода.
2. Использовать алгоритмический подход, основанный на различных фильтрах (аналогично алгоритму Canny).

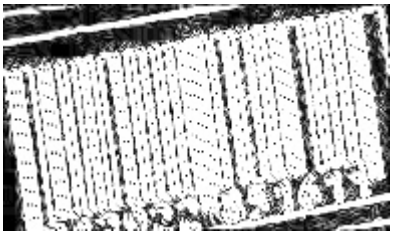
Так как первый способ требует готового сегментатора, в этом отчете сосредоточимся на втором.

Алгоритм 1

Рассмотрим работу алгоритма на следующем примере:

Алгоритм состоит из нескольких шагов:

1. Найти на изображении "градиенты" каждого пикселя, с помощью фильтра Собеля, предварительно сделав изображение черно-белым



2. Заблюрить изображение фильтром Гаусса, чтобы сгладить области с большими перепадами градиентов, а затем применить фильтр thresh, который считает все пиксели белыми, если их яркость превышает заданный порог (в алгоритме = 210).

3. Как видно, на изображении заметны "дырки", которые прямоугольным ядром, дозаполняются.

4. Затем, выделятся замкнутый контур, наибольший по площади, тем самым получается результирующая картинка.

Для метрики, в качестве очень базовой оценки, используется Intersection over Union (IoU).

Алгоритм 2

Алгоритм основывается на HOG (Histogram of Oriented Gradients). Он работает за счет анализа распределения направленных градиентов (изменений интенсивности пикселей) в различных частях изображения.

Пока алгоритм работает только для QR-ов. Модификация для бар кодов должна быть похожей.

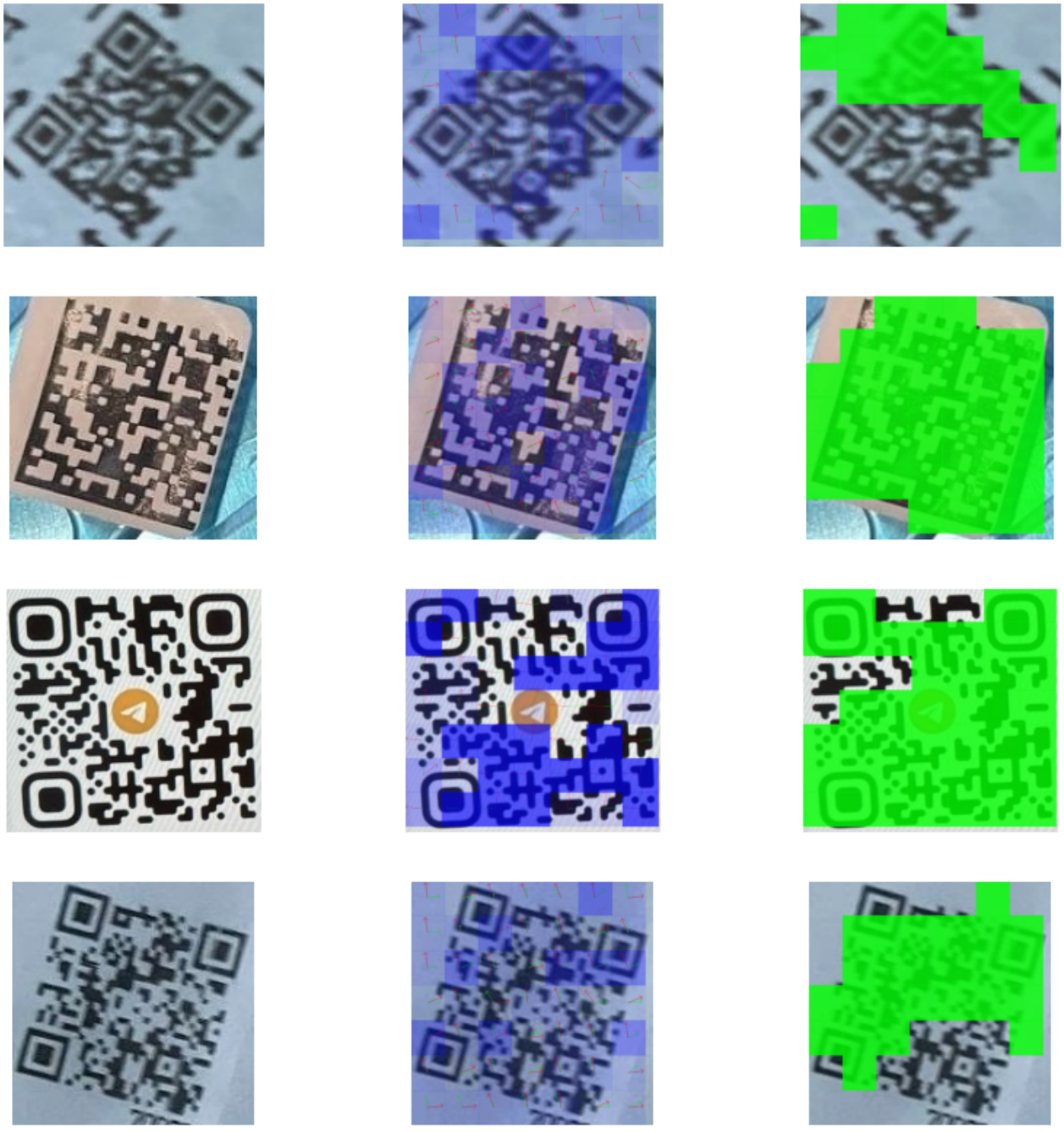
1. Предобработка, входное изображение преобразуется в градации серого.

2. Построение гистограммы направленных градиентов, изображение делится на небольшие ячейки (tiles). Для каждой ячейки создается гистограмма направлений градиентов. Каждое направление (например, 0°, 45°, 90° и т.д.) получает значение, пропорциональное величине градиента в соответствующем направлении.

3. В каждом тайле выделяются два доминантных направления (то есть те два направления, которые в гистограмме имеют наибольшие значения). Затем считается вероятность того, что данный тайл принадлежит qr-коду по формуле: $$ p = \left(1 -\frac{||\theta_1 - \theta_2| - \frac{\pi}{2}|}{\frac{\pi}{2}}\right) \cdot \frac{2 \cdot min(\theta_1, \theta_2)}{\theta_1 + \theta_2} $$ где первое слагаемое отвечает за близость разницы углов к 90 градусам, а второе отвечает за то, что в гистограмме значения близки.

4. Выбираются тайлы с значениями вероятности превышающими порог, а затем тайлы, вероятность которых чуть меньше, также добавляются, если их соседи включены

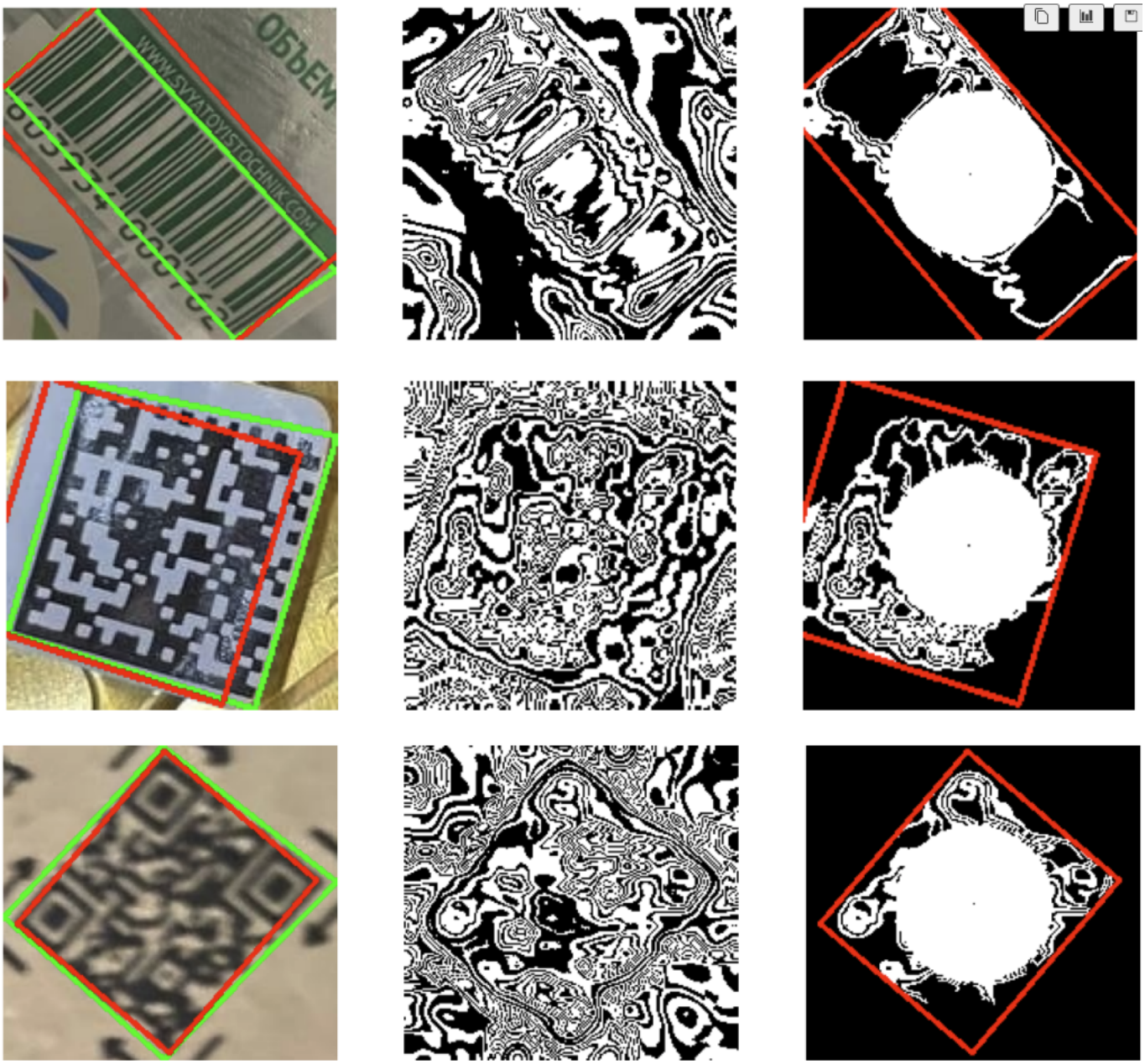
5. Строим выпуклую оболочку получившегося множества, получаем границу.

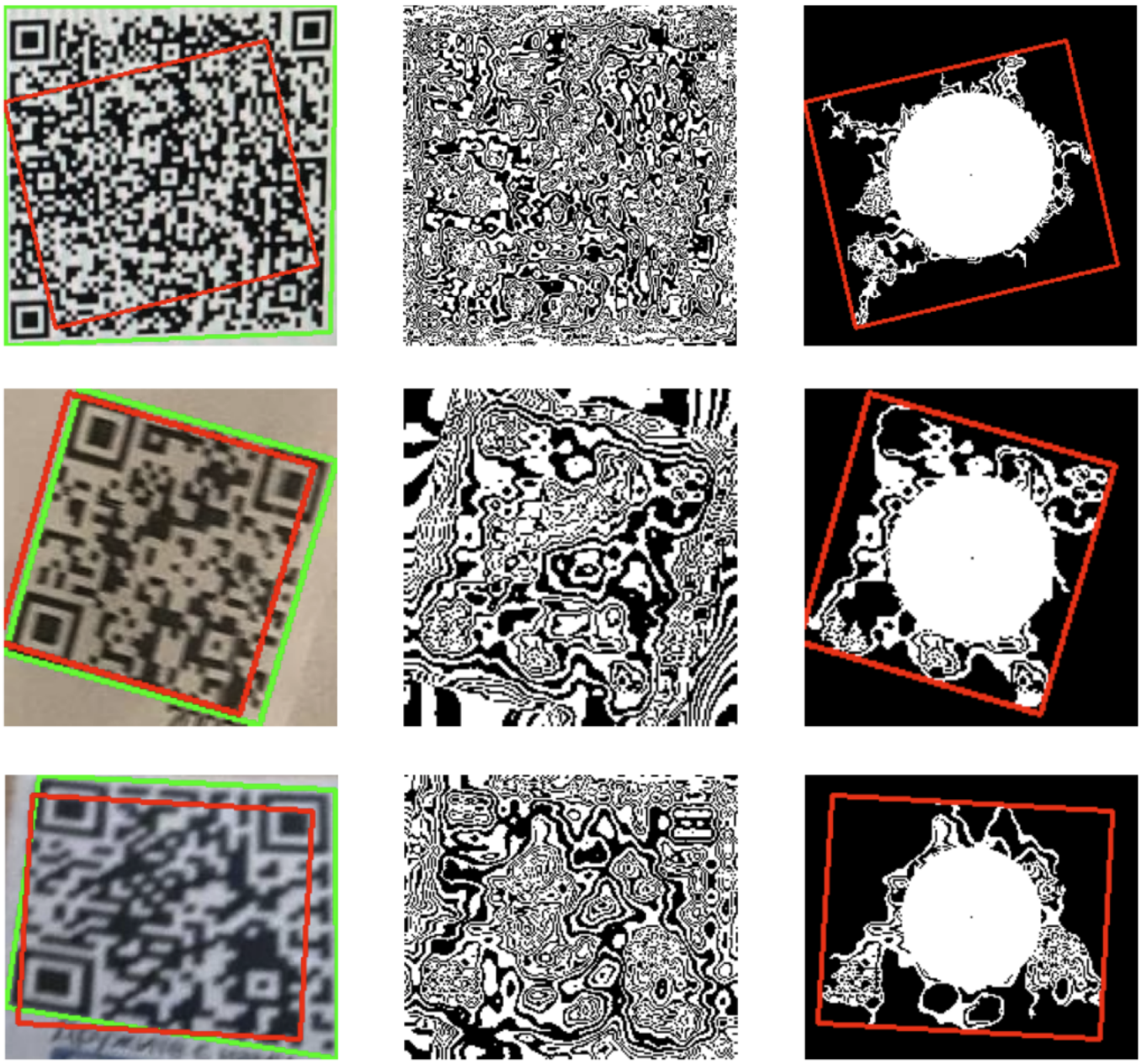


Алгоритм 3

1. Для каждого пикселя картинки, считаем дисперсию в окне некоторого размера, причем данный пиксель является его центром.
2. Выделям, с помощью некоторого те пикксели, дисперсия окна которых больше некоторого порога. Это будут пиксели, которые с большой вероятностью принадлежат бар-коду.
3. В центре картинки выделяем область в центре, в виде круга, которую мы будем считать принадлежащей бар-коду.
4. Из полученного круга, с помощью bfs, ищем все пиксели, с достаточно высокой дисперсией, которые лежат в одной области связанности с изначальным кругом.
5. Обрамляем выделенную область в четырехугольник.

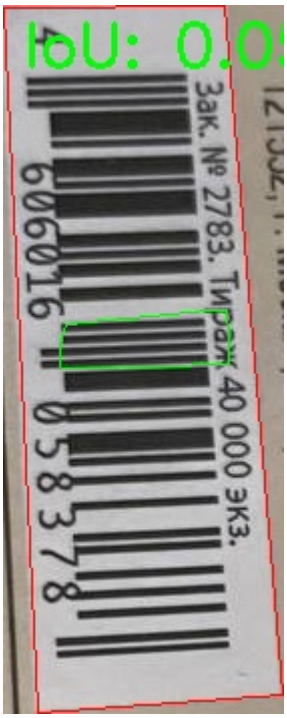
Таким алгоритмом получается добиться в среднем **IoU = 0.659**.



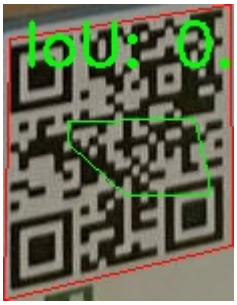


Текущие проблемы

1. Не очень понятно, как корректно выбирать пороги и параметры всех использующих фильтров. Например, на плохо контрастирующей картинке, по-хорошему нужно подбирать порог, исходя ис значения максимального градиента. Или, при процессе "дозаполнения всех дырок" в 3 пункте алгоритма, алгоритм плохо показывает себя на вертикально повернутых штрихкодах

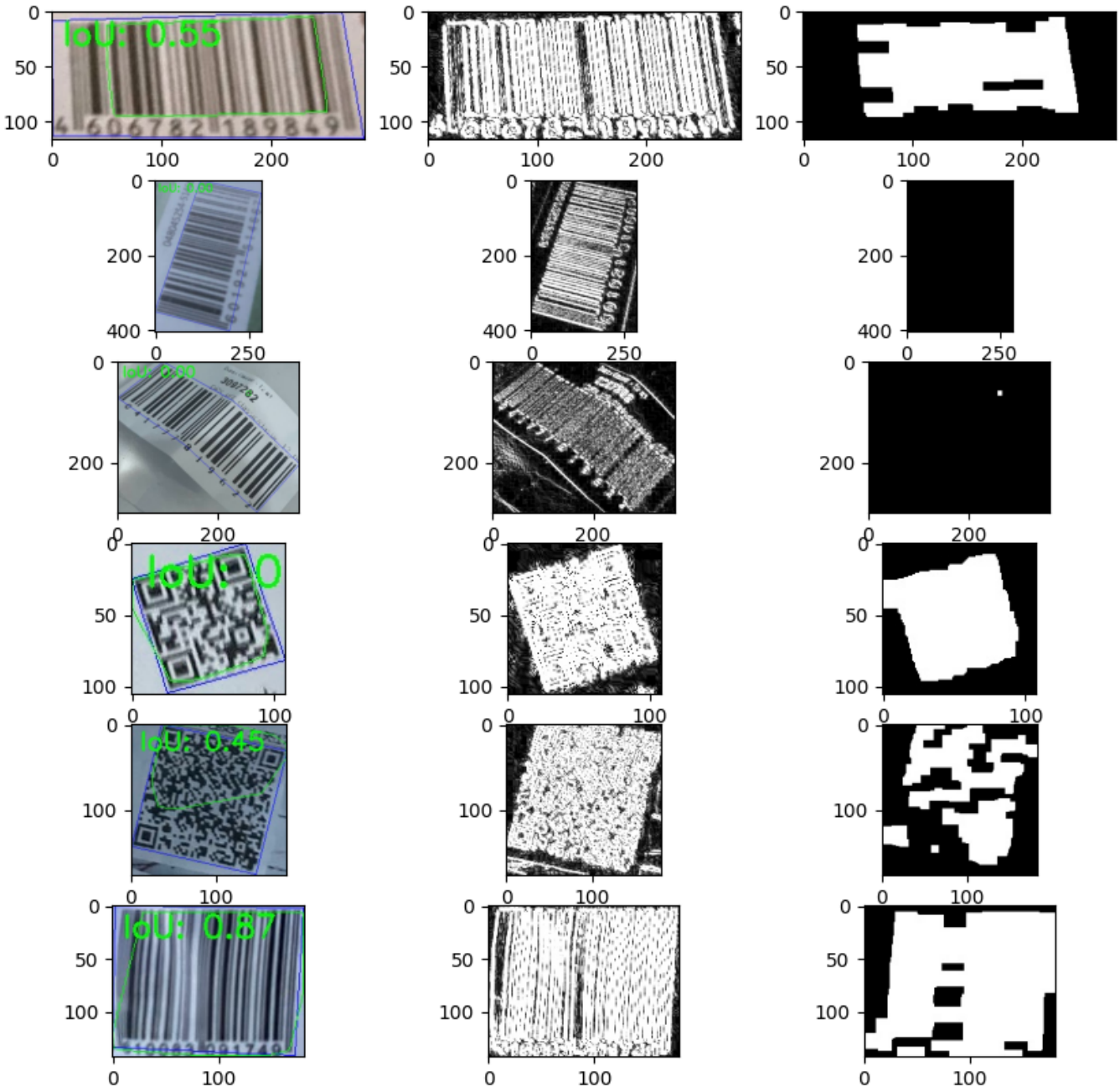


2. Плохо работает на QR-кодах, нужно думать либо о модификации алгоритма, либо придумывать что-то другое.



Текущие результаты

Результаты по всему обучающему датасету можно посмотреть, запустив `test.py`. Тут представленна лишь маленькая часть выборки:



Инструкция по запуску

Установка зависимостей

Установить все необходимые пакеты можно следующей командой:

```
pip install -r requirements.txt
```

Запуск скрипта

Скрипт возвращает картинку, с выделенной границей

```
python main.py -i /path/to/image -o /path/to/output

- -i, --image: Required. The path to the input image.
- -o, --output: Optional. The path to save the output image. Defaults to
'res.png' if not provided.
```

Запуск тестов

Скрипт, который по тестовому датасету выделяет границы на всех изображениях, при этом также возвращает промежуточные результаты работы фильтров.

```
python test.py -c annotations.json -d training_data -o output

- -c: Path to VGG annotator config
- -d: Path to corresponding training dataset
- -o: Path to output the images with contours of bar-codes
```

Состояние по разметке

На текущий момент размечено **60** картинок, содержащие `ean-13`, `qr`, `datamatrix` и некоторые более редкие виды одномерных и двумерных баркодов.