



Рисунок 1. «Input image» – это исходное изображение. «True cluster» – кластер, найденный стандартным алгоритмом. «UNet output 1» – это выход нейросети на ранних стадиях обучения. «UNet output 2» – выход нейросети на поздних стадиях обучения. Чем больше обучается нейросеть, тем более правдоподобно она определяет перколяционный кластер. Предсказание производилось на примере, который не участвовал в обучении.

### Литература

1. Тарасевич Ю. Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы: Учебное пособие — М.: Едиториал УРСС, 2002. — 112 с
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/U-Net>

А.А. Ситников

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНОГО ТЕКСТА В ИЗОБРАЖЕНИИ

(Поволжский государственный университет телекоммуникаций  
и информатики)

Распознавание образов на сегодняшний день является одной из востребованных областей исследований. Решения задач этой области применяются в таких сферах, как, например, образование или медицина. Например, распознавание текста может применяться для определения химических структур.

Рассмотрим существующие технологии и программные продукты, такие как ABBYY Fine Reader OCR, Omni Page, ReadIris и Cuneiform. Эти программы



обладают большим функционалом, однако все они имеют недостатки: АBBYY Fine Reader OCR, Omni Page, ReadIris, это коммерческие проекты, стоимость которых достаточно высока, а Cuneiform, уже многие годы не поддерживается.

Данная работа очень актуальна в настоящее время, так как распознавание рукописного текста в изображении может быть использовано для аутентификации пользователей в банках, государственных учреждениях, почтовых отделениях, медицинских учреждениях, а также в избирательных участках.

Наиболее распространенными методами решения данной задачи являются методы машинного обучения[1], статистические методы[2], структурные и синтаксические методы[3]. Перспективным направлением на сегодняшний день также считается использование метода распознавания рукописного текста на основе структурных характеристик[4].

Целью данной работы является исследование возможностей структурных методов, статистических методов, метода структурных характеристик и методов, основанных на машинном обучении в решении задачи распознавания рукописного текста, а также сравнение результатов, полученных при реализации данных методов.

В процессе распознавания рукописного текста можно выделить следующие шаги:

1. Предобработка изображения
2. Бинаризация
3. Скелетизация
4. Сегментация на слова
5. Сегментация на символы
6. Распознавание структурных выражений

Качество распознавания во многом зависит от этих шагов, ведь ошибка на любом из этих шагов в совокупности ухудшит результат распознавания.

У исходного изображения может быть сильный шум, который может негативно повлиять на распознавание, для того чтобы уменьшить шум обычно используют медианный фильтр.

Бинаризация позволяет превратить цветное изображение в чёрно-белое, это помогает более чётко отделить границы символов.

Одним из видов предварительной обработки растровых бинарных изображений является их скелетизация – процесс утоньшения графического представления объекта, в данном случае – символа. [5]

Задача сегментации изображения почти столь же сложная, как и этап распознавания текста. Рассмотрим основные методы сегментации для рукописного текста.

Алгоритм сегментации рукописного текста на основе построения структурных моделей [6] применяется вместе со структурными методами распознавания текста. Структурный метод состоит в следующем, на основе бинаризованного изображения строится структурная модель символа или слова, структурная модель состоит из точек, дуг и линий.



Алгоритм сегментации методом диаграмм вороного [7]. Определяются центры масс символов. Строятся диаграммы вороного из центра масс символа. Диаграммы вороного сегментируют текст на области, в которых находится только 1 символ.

Алгоритм распознавания текста при помощи структурных характеристик заключается в сопоставлении вертикальной и горизонтальной гистограммы. И последующее сравнение между собой.

Таким образом, было рассмотрено использование распознавания текста в изображении. Были разобраны способы и методы распознавания рукописных символов, рассмотрены инструменты для осуществления каждого, а также реализованы некоторые из них.

### Литература

1. Маркова С.В., Жигалов К.Ю. Применение нейронной сети для создания системы распознавания изображений [Электронный ресурс]. – <https://www.fundamental-research.ru/pdf/2017/8-1/41621.pdf> (дата обращения 11.05.2019).

2. Ю. Лифшиц Статистические методы распознавания образов [Электронный ресурс]. – <http://yury.name/modern/07modernnote.pdf> (дата обращения 11.05.2019).

3. П.А Хаустов Алгоритм распознавания рукописных символов на основе построения структурных моделей [Электронный ресурс]. – <https://cyberleninka.ru/article/v/algorithmy-raspoznavaniya-rukopisnyh-simvolov-na-osnove-postroeniya-strukturnyh-modeley> (дата обращения 12.05.2019).

4. E. Kavallieratou, N. Fakotakis and G. Kokkinakis Handwritten Character Recognition based on Structural Characteristics [Электронный ресурс]. – <https://pdfs.semanticscholar.org/21a1/5907fad236697e6a0a24970b4e99202b6c07.pdf> (дата обращения 12.05.2019).

5. Хаустов П.А. Алгоритмы распознавания рукописных символов в условиях малой обучающей выборки [Электронный ресурс]. – [http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/40BD13254DE34E004725816700137FFE/\\$file/%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2\\_%D0%9F.%D0%90.\\_%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf](http://www.ams.tsu.ru/TSU/QualificationDep/co-searchers.nsf/40BD13254DE34E004725816700137FFE/$file/%D0%A5%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2_%D0%9F.%D0%90._%D0%94%D0%B8%D1%81%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F.pdf) (дата обращения 11.05.2019).

6. Хаустов П.А. Алгоритм сегментации рукописного текста на основе построения структурных моделей [Электронный ресурс]. – <https://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41440> (дата обращения 12.05.2019).

7. Запрягаев С.А., Сорокин А.И. Сегментация рукописных и машинописных текстов методом диаграмм Вороного [Электронный ресурс]. – <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/analiz/2010/01/2010-01-27.pdf> (дата обращения 12.05.2019).