

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра теоретических основ
компьютерной безопасности и
криптографии

Распознавание рукописного текста

АВТОРЕФЕРАТ

дипломной работы

студента 6 курса 631 группы

специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Кудинов Тихон Дмитриевич

Научный руководитель

доцент, к.п.н.

А. С. Гераськин

21.01.2023 г.

Заведующий кафедрой

д. ф.-м. н., доцент

М. Б. Абросимов

21.01.2023 г.

Саратов 2023

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существуют устройства, способные перенести текст с твердого носителя в память компьютера. Обычно такой текст представлен в виде растрового изображения, что делает работу с ним весьма сложной. С развитием IT-технологий растет важность быстрого и качественного преобразования рукописного текста в цифровую печатную версию, чтобы было удобнее копировать, редактировать или извлекать из него данные. Перевод изображений рукописного, машинописного или печатного текста в текстовые данные называется распознаванием текста.

Существует два основных подхода к распознаванию рукописного текста:

- Интерактивный – распознавание происходит в режиме реального времени.
- Пассивный – распознавание ранее написанных документов.

При распознавании в режиме текущего ввода, процесс формирования изображения текста совмещён с процессом его ввода в систему, в совокупности, это позволяет системе отслеживать процесс начертания символов, что в свою очередь даёт возможность получить информацию о структуре входного изображения, например, о направлении и скорости движения пера или о его нажиме при написании символа.

При распознавании текста с ранее написанных документов, в отличие от предыдущего, доступна только графическая информация. Список проблем, типичных при распознавании рукописного текста в пассивном режиме, включает в себя:

- орфографические ошибки в тексте;
- высокая вариативность начертания символов — по размеру, наклону, набору составных частей, связям между ними и др.;
- пересечение и наложение частей текста друг на друга;

- содержание «шумов» на носителе (бумаги), такие как дефекты бумаги, посторонние пятна, а также артефакты, возникающие при сканировании;
- специфические особенности почерка, не позволяющие уверенно разделять символы.

Цель работы — изучение методов и разработка программного продукта для распознавания рукописного текста.

Задачи дипломной работы:

- рассмотреть и изучить методы предварительной обработки изображения;
- реализовать собственный метод для сегментации изображения;
- рассмотреть и изучить методы для выделения рукописных символов;
- рассмотреть методы распознавания рукописного текста;
- разработать программный продукт, осуществляющий распознавание рукописного текста на основе рассмотренного метода.

Дипломная работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников и 7 приложений. Общий объем работы – 69 страниц, из них 41 страница – основное содержание, включая 30 рисунков и 1 таблицу, список использованных источников из 20 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

В дипломной работе в разделе 1 «Предварительная обработка изображения» приводятся два метода предварительной обработки изображения: метод пороговой бинаризации и операции морфологического замыкания.

В разделе 2 «Выделение символа из текста» в подразделе «Сегментация рукописного текста» представлен разработанный алгоритм для сегментации рукописного текста. Данный алгоритм представлен на рисунке 9.

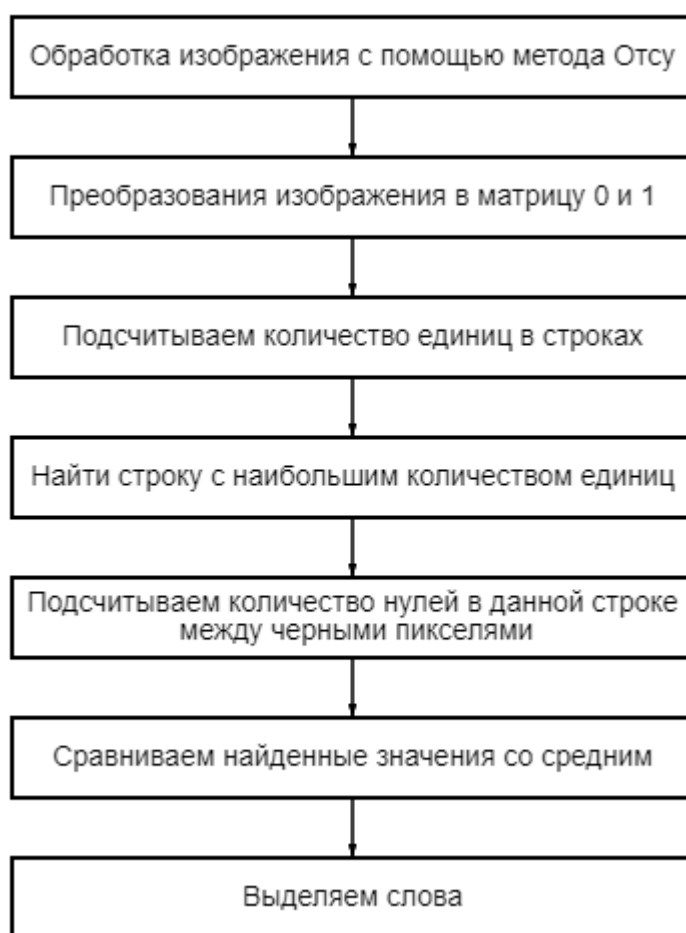


Рисунок 9 – Блок-схема разработанного алгоритма

В подразделе «Выделение символов» описываются два метода выделения символов: алгоритм «скелетизации» и метод скользящего окна.

В разделе 3 «Распознавание рукописного текста» в подразделе «Методы распознавания рукописных символов» рассмотрены общие методы для

распознавания рукописных символов. В подразделе «Скрытые Марковские модели» в подразделе «Основные определения и понятия» приведены основные понятия для определения Скрытых Марковских моделей. В подразделе «Задачи СММ» рассмотрено три основных задачи, которые должны быть решены для использования СММ. В подразделе «Расстановка маркеров» рассмотрен алгоритм для расстановки маркеров, а также рассмотрены методы для распознавания рукописного символа. Алгоритм расстановки маркеров представлен на рисунке 13.

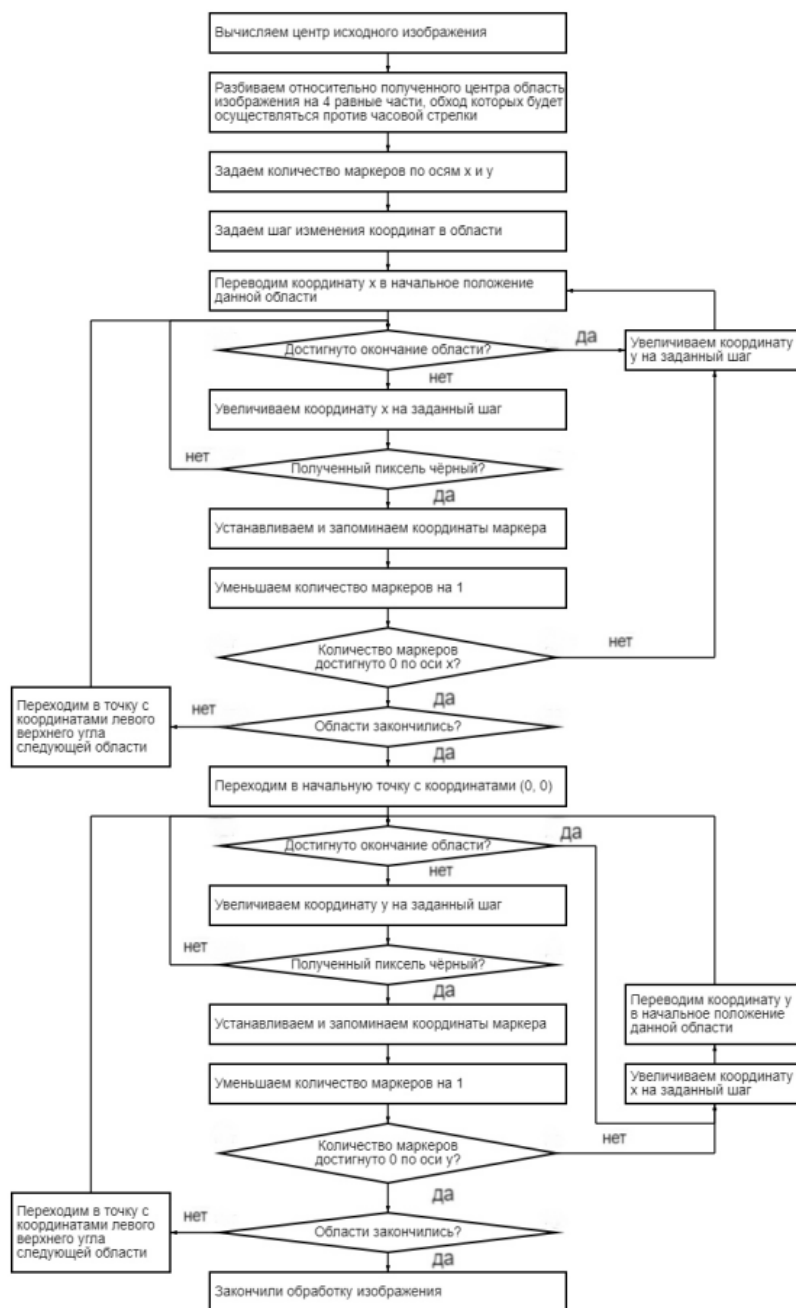


Рисунок 13 – Блок-схема алгоритма расстановки маркеров

В разделе 4 «Программа для распознавания рукописного текста» в подразделе «Анализ полученных результатов» представлена таблица полученных результатов после работы программы.

При запуске программы пользователь может загрузить изображение, текст с которого он хочет распознать. Также пользователь может отредактировать своё изображение с помощью встроенных инструментов, таких как: изменение яркости, контрастности, выравнивания текста на изображении, либо поворот изображения на 90 градусов. После редактирования изображения пользователь может его сохранить и использовать для дальнейшего распознавания текста, представленного на нём. Далее, происходит обработка входного изображения с помощью метода Отсу, описанного в первом разделе. Затем, обработанное изображение проходит через алгоритм сегментации, который был описан во втором разделе. Также для корректной работы программы пользователю нужно её обучить с помощью базы данных символов. После обучения программы, пользователь может получить результат работы программы, который представляет собой 3 возможных варианта, так как программа использует различный размер окна для получения лучшего результата. Результат работы программы представлен на рисунке 30.

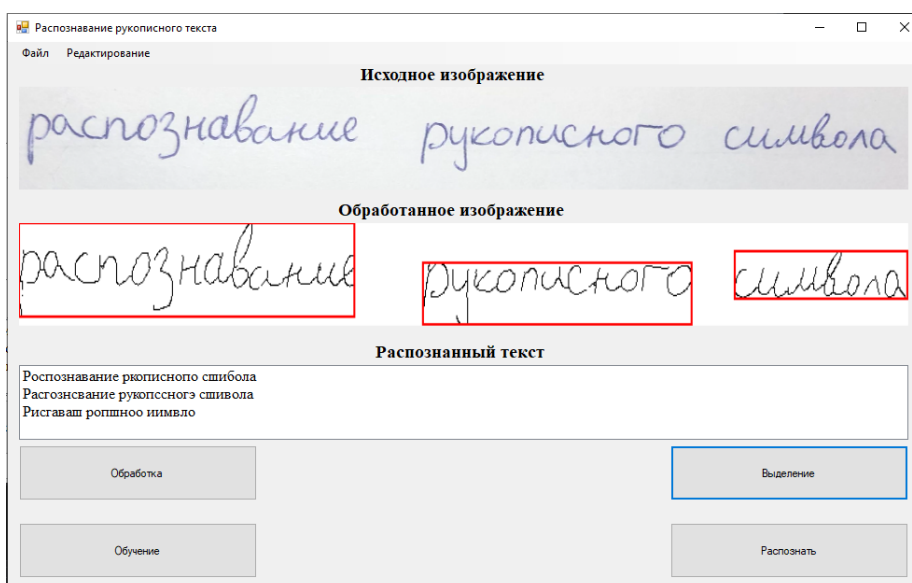


Рисунок 30 – Результат работы программы после нажатия кнопки «Распознать»

В таблице 1 приведено сравнение результатов программы с рукописным текстом на изображении, полученных с помощью, описанной выше программы.

Таблица 1 – Результат работы программы

Исходный текст	Размер окна	Полученный результат	Кол-во букв в исходном тексте	Кол-во правильно распознанных букв	Процент распознавания
распознавание рукописного символа	20 пикс.	роспознавание ркописнопо сшибола	31	24	77 %
	25 пикс.	расгознсвание рукопссногэ сшивола	31	25	80 %
	30 пикс.	рисгаваш ропшноо иимvlo	31	4	12%
сегодня отличная погода	20 пикс.	ссгодня отличная погода	21	20	95 %
	25 пикс.	сегодня отличная погода	21	20	95 %
	30 пикс.	сегодня отличнш погода	21	19	90 %
навсегда ничего не бывает	20 пикс.	навсегдо ничего не бьвает	22	20	90 %

Продолжение таблицы 1

	25 пикс.	навсегда ничего не бывает	22	21	95 %
	30 пикс.	навсечда шичего ш бнвает	22	18	81 %

Как можно заметить из результатов, представленных в таблице 1, изменения размера скользящего окна, а также стиль написания слов сильно влияет на дальнейшее получение корректного результата. Так как, при большом размере окна, программа может посчитать несколько букв за одну. Но при этом стоит отметить, что при правильной установке размера окна, программа показывает достаточно хороший процент распознавания рукописных символов.

Также в ходе тестирования были подтверждены результаты исследований¹⁷. Метод сравнения маркеров по принципу «Всех из всех» является надежным в распознавании рукописных символов, но данный метод очень требователен к памяти.

Метод «упорядоченных пар маркеров» показал неудовлетворительные результаты, так как данный метод показывает хороший результат только при малом количестве маркеров, а при увеличении количества результативность резко уменьшается.

Метод «Сравнение по группам» был разработан на основе метода сравнения маркеров по принципу «Всех из всех», в следствии чего, подобрал в себя все сильные стороны данного метода, также заметно уменьшилось количество памяти, необходимое для расчета характеристик.

Реализованный программный продукт показал хорошее выделение слов в строках, метод «скелетизации» был успешно применён для выделения

¹⁷ Форсайт, Д. Компьютерное зрение. Современный подход [Электронный ресурс] / Д. Форсайт, Ж. Понс // Библиотека Машиностроителя [Электронный ресурс]. – М. : Вильямс, 2004. – 928 с. – URL: <https://lib-bkm.ru/11673> (дата обращения: 10.01.2023). – Загл. с экрана. – Яз. рус.

символов в этих словах. Также алгоритм расстановки маркеров в совокупности с методом скользящего окна показали достойный процент распознавания рукописных символов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распознавание рукописного символа является не легкой задачей, каждый год алгоритмы совершенствуются, что позволяет лучше и более точно их распознать.

В данной дипломной работе были выполнены все поставленные задачи. Были изучены алгоритмы и методы для предварительной обработки текста, а также разработан метод сегментации строк на слова.

Рассмотрены методы выделения рукописного текста, такие как алгоритм «скелетизации» и метод скользящего окна. Проанализировав рассмотренные методы выделения рукописного символа, можно сделать вывод, что алгоритм «скелетизации» показывает высокую эффективность в выделении рукописных символов.

Также были изучены следующие методы распознавания рукописного текста:

- Скрытые Марковские модели.
- Алгоритм расстановки маркеров.

Проанализировав рассмотренные методы, алгоритм расстановки маркеров в совокупности с методом скользящего окна показал достаточно высокую эффективность в распознавание рукописного текста.

Вследствие всего вышесказанного была написана программа, которая позволяет выделить слова в строках и буквы в этих словах с помощью вышеуказанных алгоритмов и методов, а затем произвести их распознавание с использованием рассмотренных алгоритмов.

Таким образом, все поставленные задачи были решены, цель работы достигнута.