

Министерство образования Российской Федерации
Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
Кафедра ИУ-4 «Проектирование и технология производства ЭС»

диссертации магистра по направлению 220500:
«Проектирование и технология производства ЭС»

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ОТПЕЧАТКОВ
ПАЛЬЦЕВ И РУКОПИСНОГО ТЕКСТА С
ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ**

Автор: Уваров Василий

Руководитель: к.т.н., доцент кафедры ИУ4 Власов А.И.

Москва , 2006 г.

Цели и решаемые задачи:

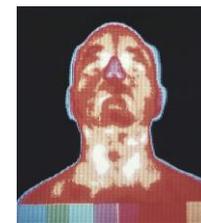
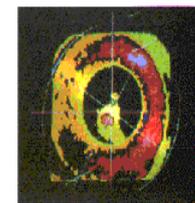
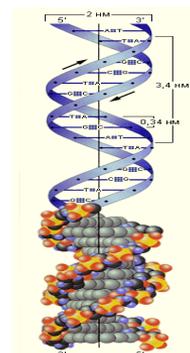
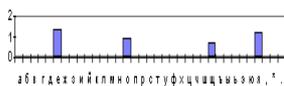
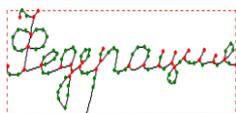
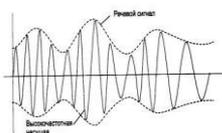
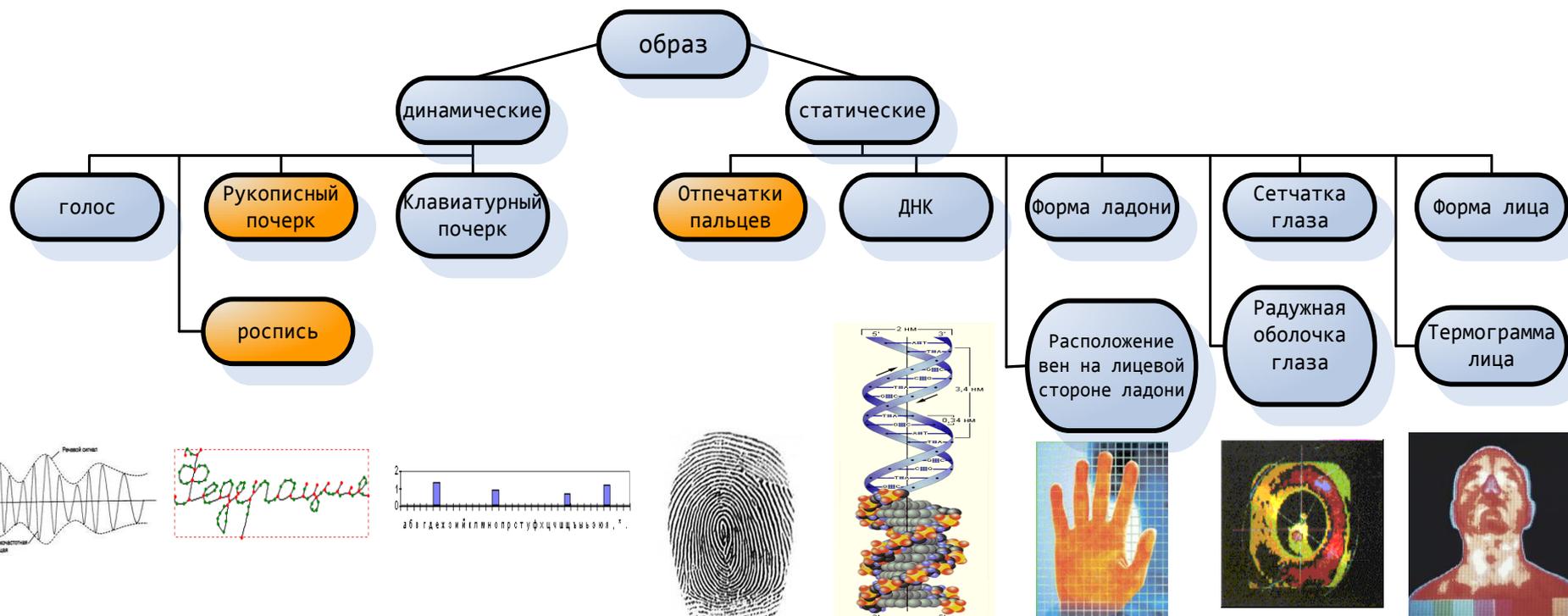
Цель: исследование методов распознавания образов идентификации личности по отпечаткам пальцев и рукописному тексту, разработка модификаций методов и алгоритмов распознавания образов

Решаемые задачи:

- Анализ и обобщение известных математических алгоритмов классификации образов
- Исследование методов получения образов отпечатков пальцев
- Исследование методов получения образов почерка(в реальном времени)
- Разработка собственных модификаций алгоритмов для проведения распознавания образов.
- Разработка системы распознавания отпечатков пальцев
- Разработка алгоритмов, позволяющих обрабатывать растровые образы и приведения их к векторному виду
- Применение нейронных сетей в задачах распознавания образов

Постановка задачи

Объектом распознавания в системах идентификации является **образ** - точечный рисунок или битовый образ — это массив битов, задающих цвет для каждой точки (пикселя) в прямоугольном массиве точек. Количество битов, задающих цвет одной точки, определяет количество цветов, которые могут быть заданы для этой точки.



Распознавание Речи в системах безопасности предприятий, мобильные телефоны

Графология, Системы безопасности, Карманные компьютеры, Table PC

Системы безопасности

Дактилоскопия, Системы безопасности, Учет и контроль рабочего времени на предприятиях

Медицина

Медицина, Системы безопасности

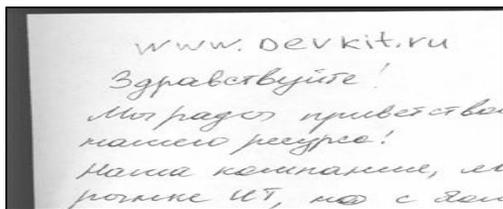
Медицина, Системы безопасности

Медицина, Системы безопасности

Методы решения задач

Название метода	описание	преимущества	недостатки
Корреляционное сравнение	Полученный со сканера образ накладывается на каждый эталон из базы данных поочередно, после чего прямо по пикселям изображений осуществляется просчет различий между ними.	<i>низкие требования к качеству изображения отпечатка пальца</i>	<i>процесс сравнения отпечатка его пальца с эталонами должен включать в себя множество итераций, на каждой из которых изображение, полученное со сканера, поворачивается под небольшим углом или чуть-чуть смещается. Длительность операций</i>
Сравнение по особым точкам	создается так называемая карта с особыми точками (конечные точки и точки ветвления). Далее сравнивается эталонная карта с временной при получении образа.	<i>быстрота его работы</i>	<i>высокие требования к качеству изображения (выше 300dpi (500 dpi))</i>
Сравнение по узору	Полученное со сканера изображение образа разбивается на множество маленьких квадратных зон. В пределах каждой зоны бугорки образуют изогнутые дуги. Специальный модуль рассматривает линии в квадратах поочередно и каждую из них описывает уравнением синусоидальной волны, то есть устанавливает начальный сдвиг фазы, длину волны и направление ее распространения.	<i>достаточно высокая скорость его работы и низкие требования к качеству получаемого изображения</i>	<i>сложен для реализации</i>

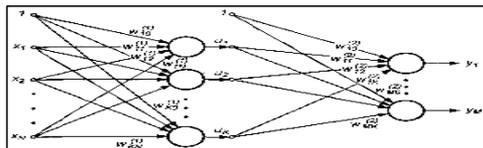
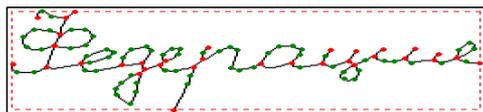
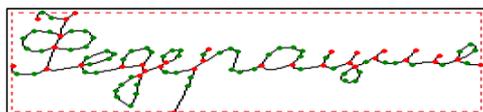
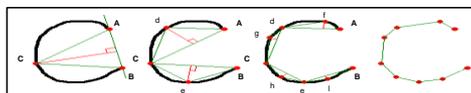
Обобщенный алгоритм распознавания образов



$$S_{ij} = [0,3 * S_{ij}^R + 0,59 * S_{ij}^G + 0,11 * S_{ij}^B]$$

Где S_{ij}^R , S_{ij}^G , S_{ij}^B - красная, зеленая и синяя составляющие цвета исходного пикселя, - результирующий, серый цвет, 0,3, 0,59, 0,11 - коэффициенты преобразования.

1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
6	x	4	6	x	4	6	x	4	6	x	4
7	6	5	7	6	5	7	6	5	7	6	5
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
6	x	4	6	x	4	6	x	4	6	x	4
7	6	5	7	6	5	7	6	5	7	6	5



Общие этапы распознавания образов

образ

Приведение образа к серой шкале

приведения образа к черно-белому виду

скелетизация образа

приведения изображения к векторному виду

Определение особых точек (вершины и узлы)

Построение карты особых точек

Распознавание НС

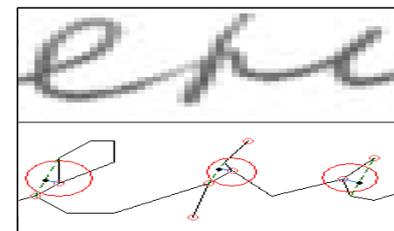
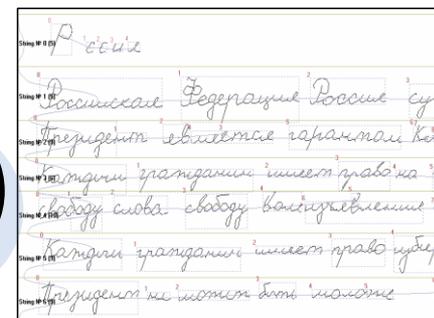
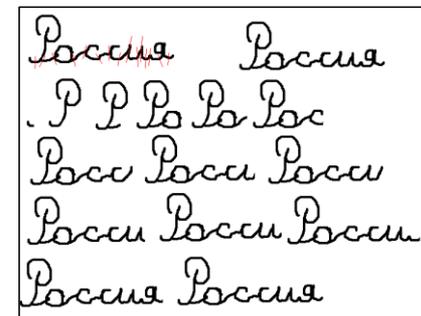
Этапы распознавания рукописного текста

Выделения псевдослов из образа

Выделение строк

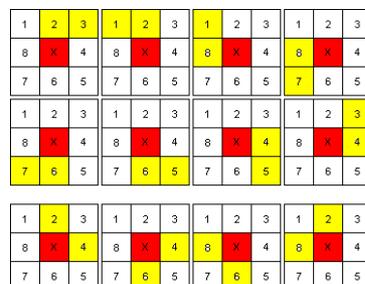
Определение угла наклона

Исправление погрешности скелетизации

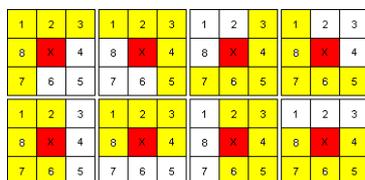


Алгоритм скелетизации образа

Название метода	описание	Преимущества/недостатки
Волновой метод скелетизации	Начиная с какой-либо исходной точки изображения, волна движется по всему массиву черных пикселей. В процессе распространения, волна делится в узлах изображения и генерируются новые волны, движущиеся в различных направлениях. Тем самым, в процессе движения волны прослеживаются все кривые растрового текста.	позволяет выделить не только растровый скелет, но и попутно сразу произвести векторизацию изображения.
Метод скелетизации с использованием двумерной триангуляции	На изображении можно выделить контур, после аппроксимации его получаем входные данные для триангуляции - получаем набор соприкасающихся друг с другом треугольников, причем каждый из них должен соприкасаться с контуром либо ребром и всеми точками, либо тремя точками и ни одним ребром. Векторизованный набор линий - точки образованные в результате деления внутренних ребер треугольников пополам. А узлами здесь будут точки - центры вписанных окружностей в треугольники, которые соприкасаются с контуром тремя точками и ни одним ребром.	позволяет выделить не только растровый скелет, но и попутно сразу произвести векторизацию изображения. Требует немалых временных затрат
Скелетизация путем уменьшения картинки по границе	Процесс скелетизации состоит в последовательном итеративном удалении граничных пикселей на всем изображении до тех пор, пока за текущую итерацию не будет удалено ни одного пикселя.	



Вес пикселя = 2



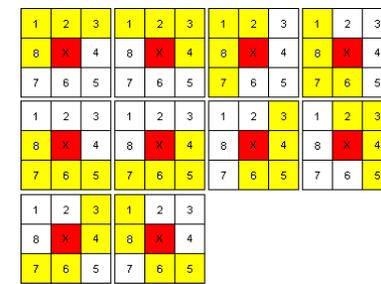
Вес пикселя = 5



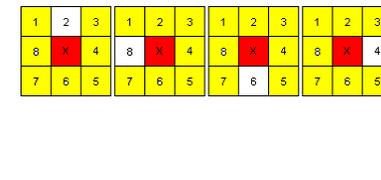
Вес пикселя = 3



Вес пикселя = 6

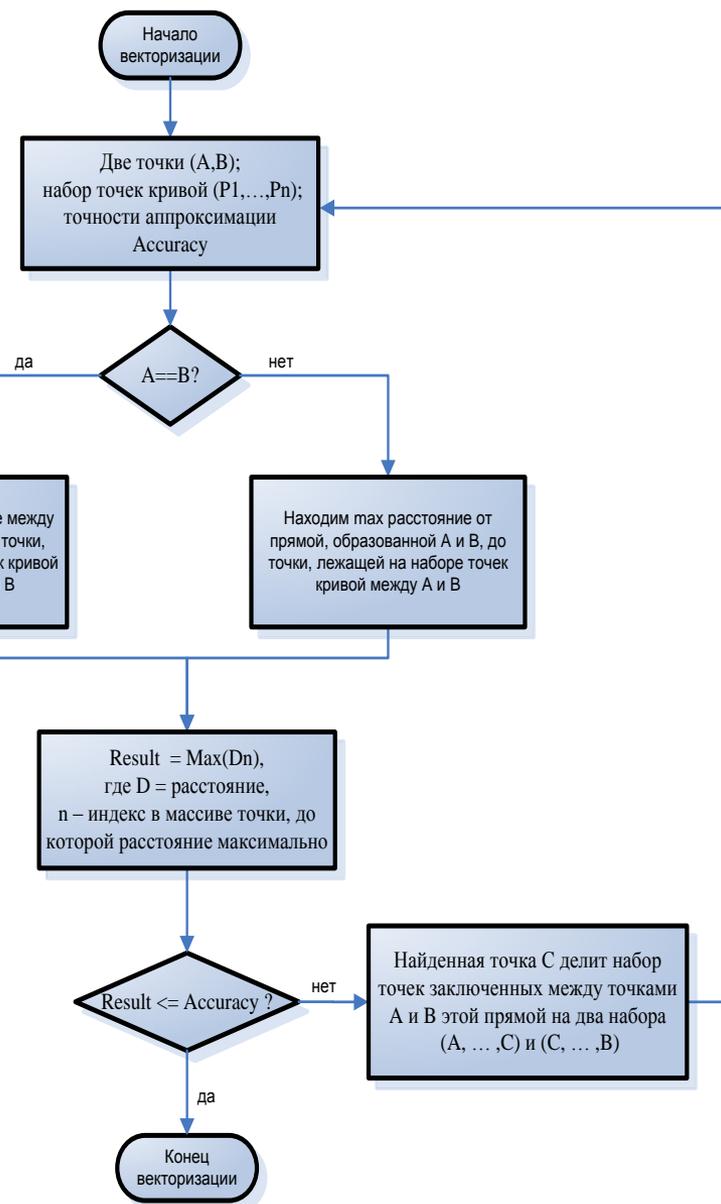
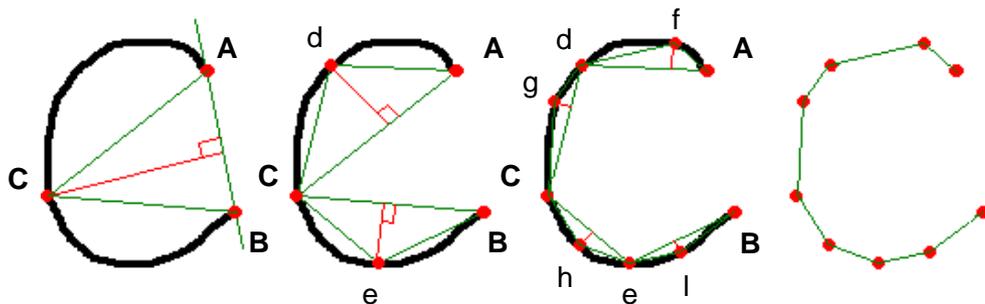


Вес пикселя = 4

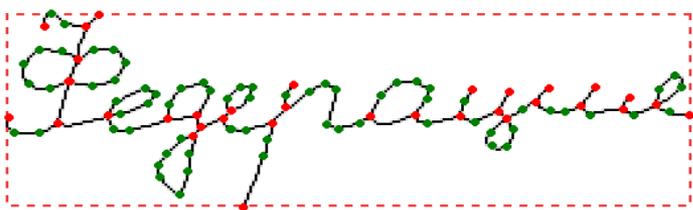


Вес пикселя = 7

Приведение изображения к векторному виду

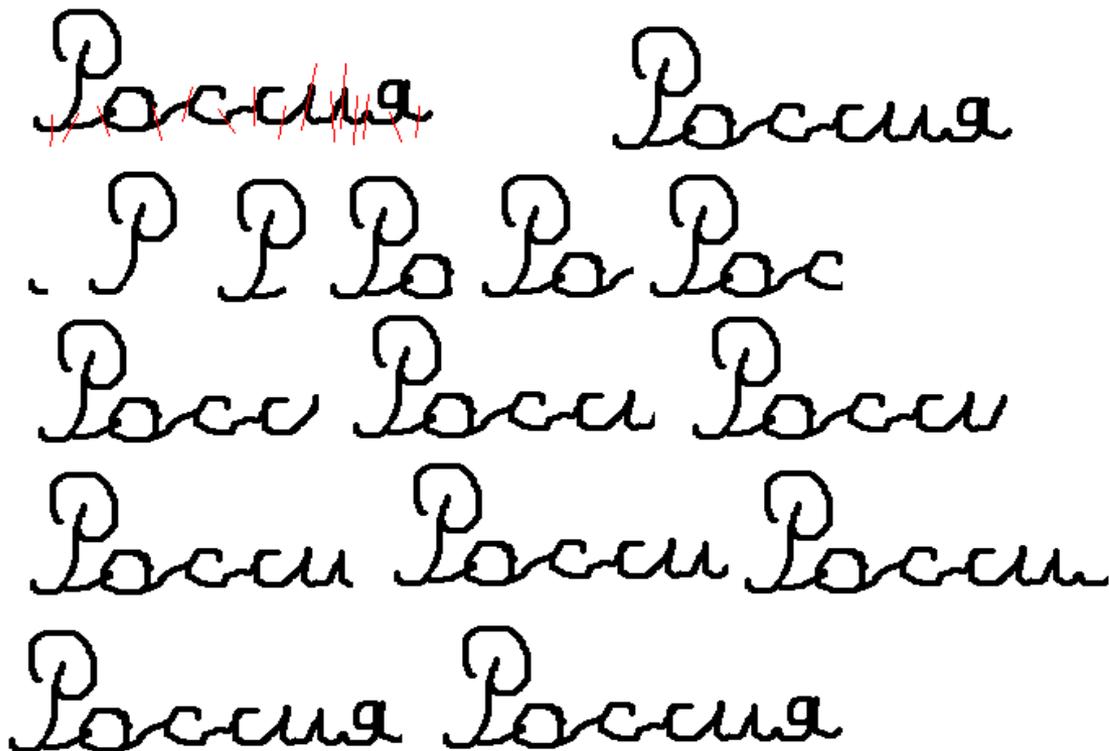


Название метода	описание	Преимущества/недостатки
«Точная» аппроксимация	основан на учете как можно большего количества особенностей траектории начертания линий	особенно хорош, когда необходимо учесть все изгибы и в полной точности описать кривую. данный метод не совсем подходит для систем распознавания тем, что он очень чувствителен к дефектам и шумам на изображении, что крайне нежелательно
Инвариантная аппроксимация		Не требует много вычислений



Зеленые – вершины
Красным - узлы

Сегментация псевдослов



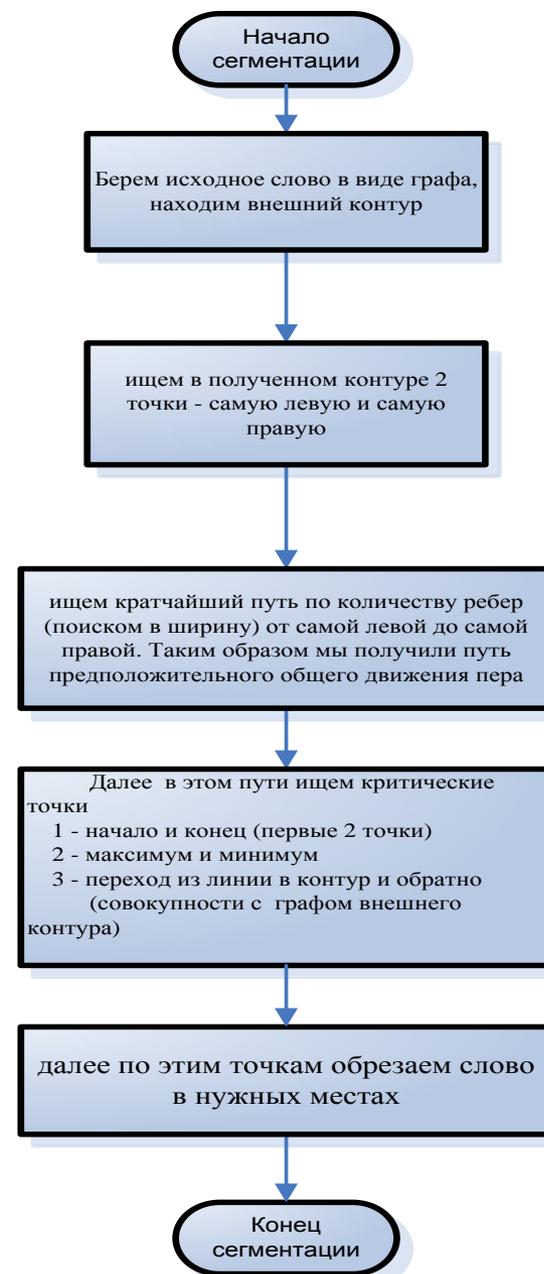
Находим внешний контур, ищем в полученном контуре 2 точки - самую левую и самую правую. Затем ищем кратчайший путь по количеству ребер (поиском в ширину) от самой левой до самой правой. Далее выделяем критические точки.

1 - начало и конец (первые 2 точки)

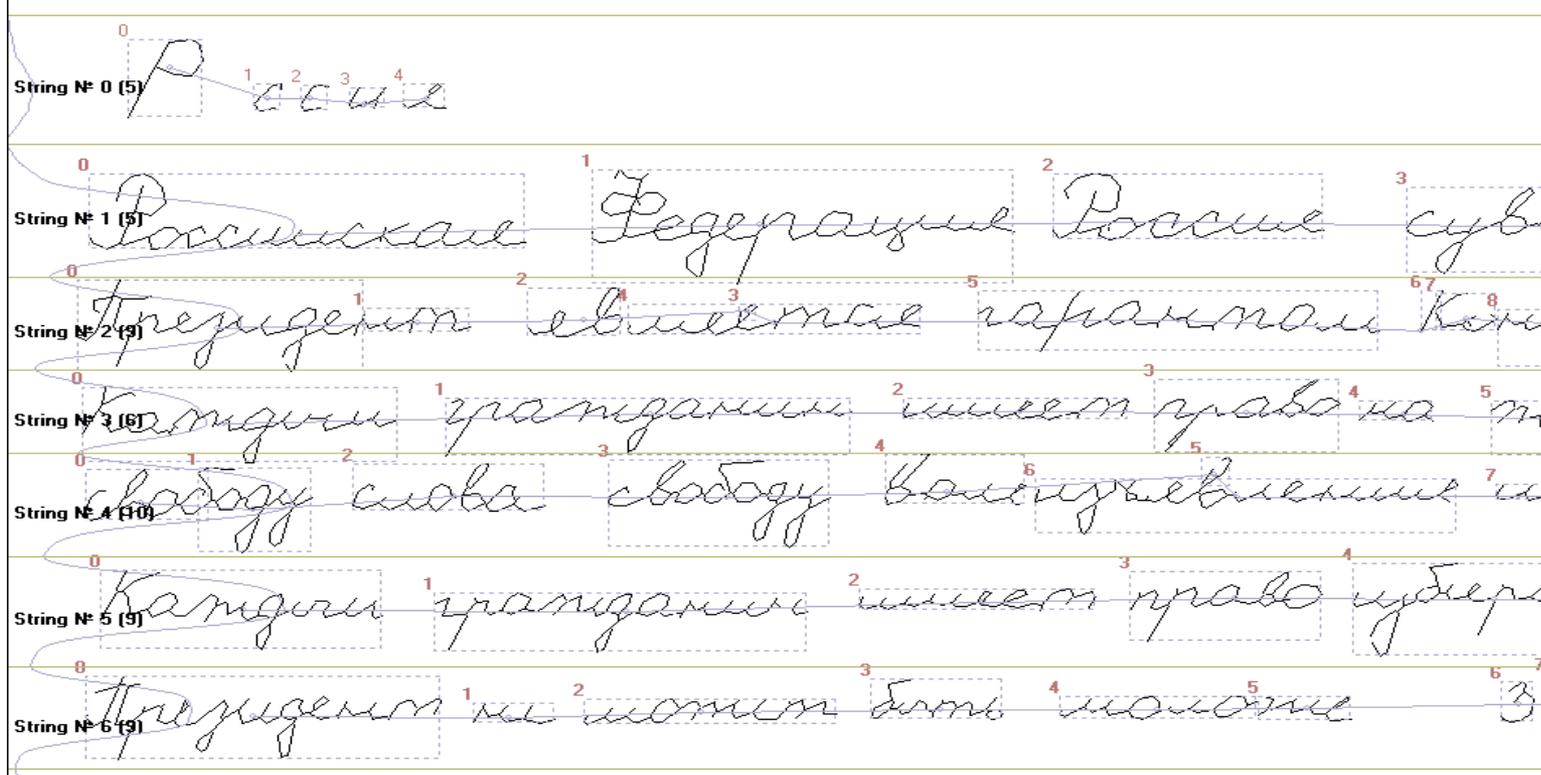
2 - максимум и минимум

3 - переход из линии в контур и обратно

После обрезаем слово в нужных местах.



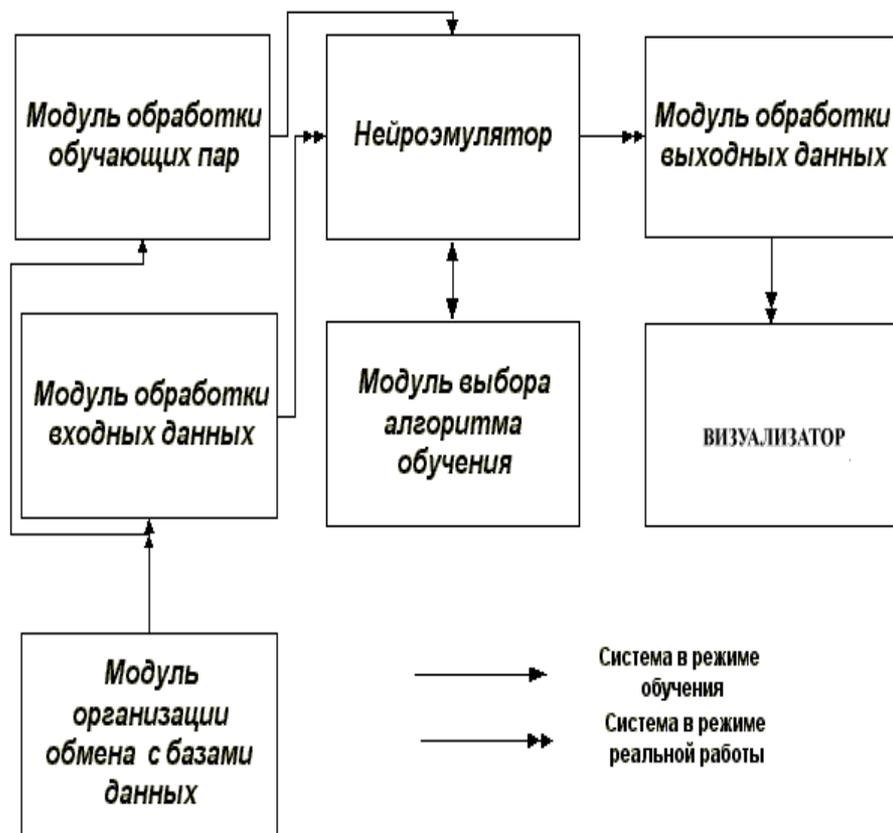
Выделение псевдослов и строк, исправление погрешности скелетизации



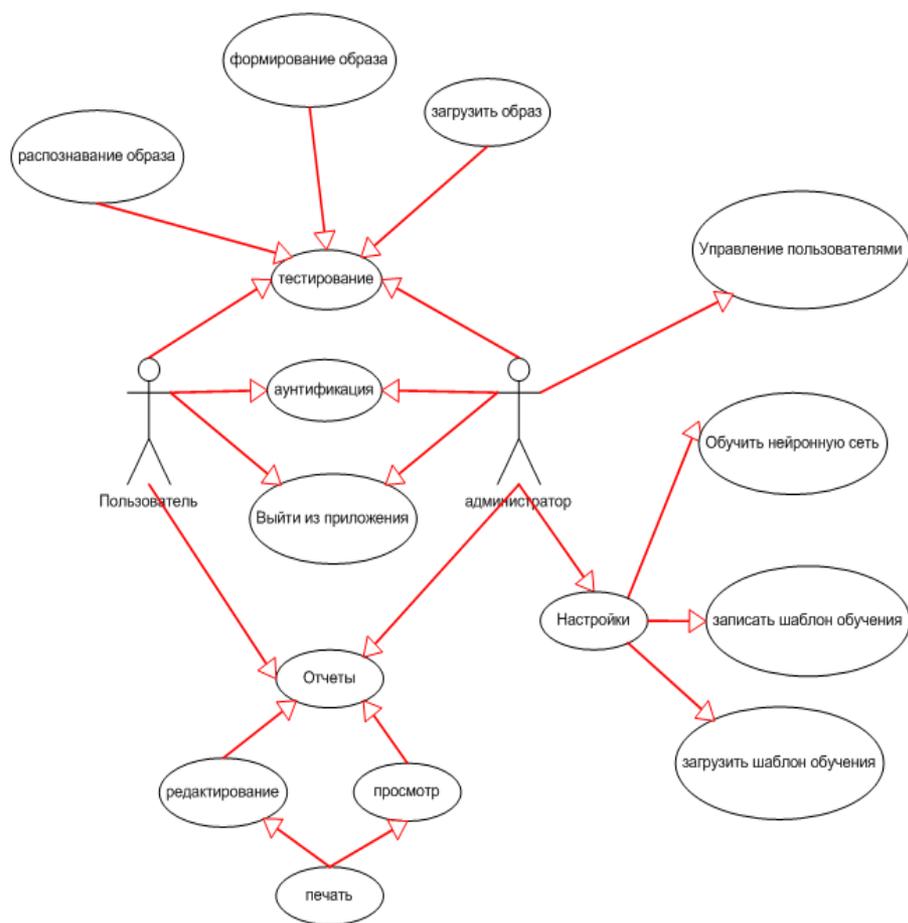
Дело в том, что распознать текст напрямую, сделав одну векторизацию – невозможно. Существует вполне определенный метод распознавания образов, называемый структурным. Под структурным методом понимается разбиение распознаваемых объектов на минимальные (законченные) составляющие

Необходимо сместить данный узел в точку пересечения линии проходящей через точки смежные с узлом и перпендикуляром, опущенным из данного узла

Система распознавания образов



Структурная схема подсистемы распознавания образов



Функциональные требования

Разработка программного обеспечения системы

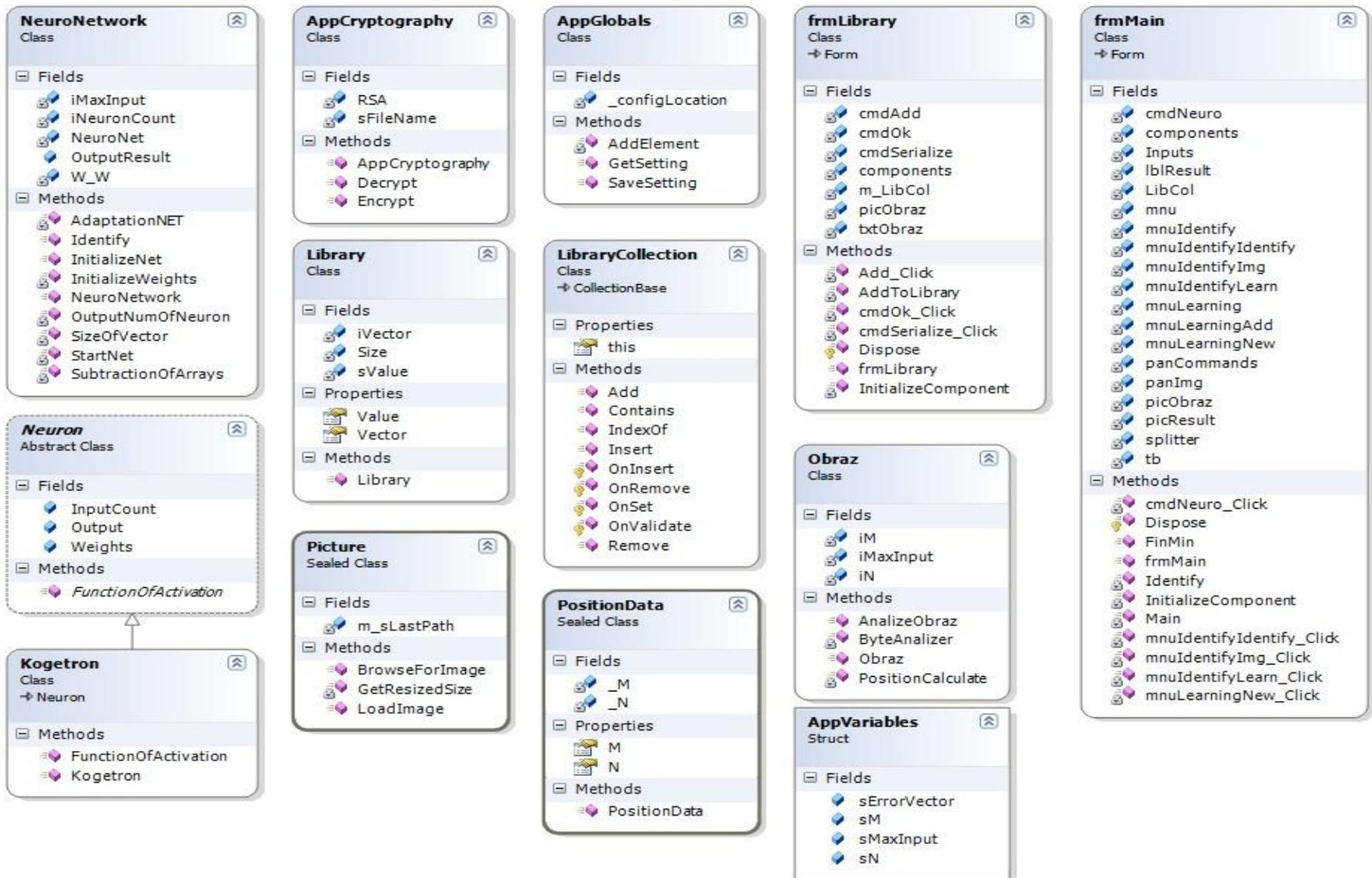
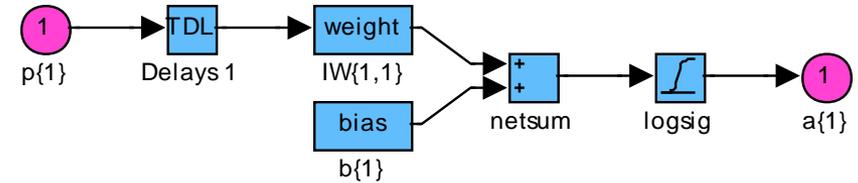
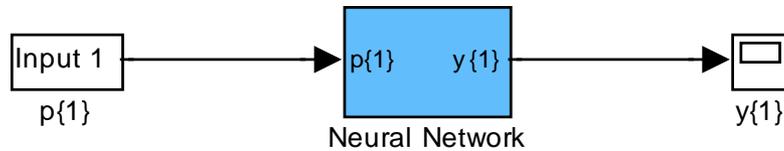
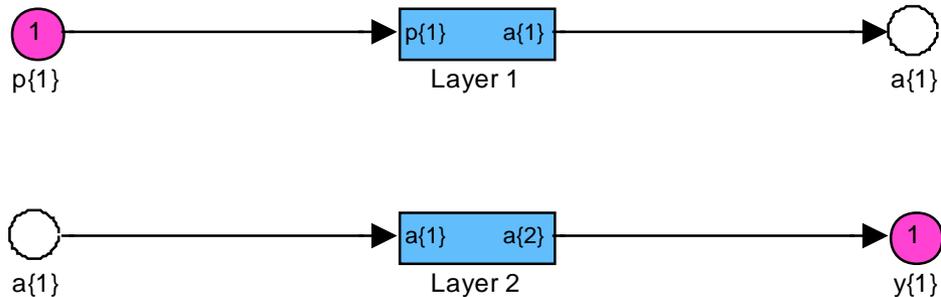


Диаграмма классов

Модель нейронной сети для распознавания почерка

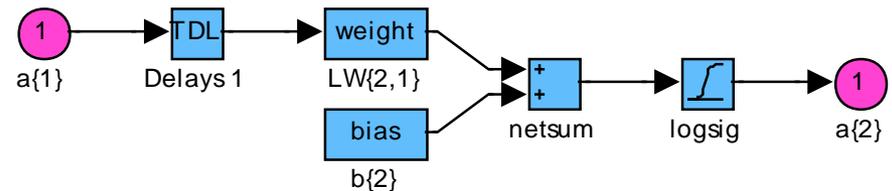


2х слойная сеть с логарифмическими
сигмоидальными функциями активации
в каждом слое



Слои нейронной сети

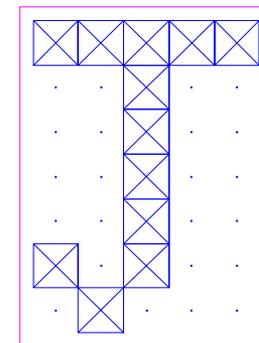
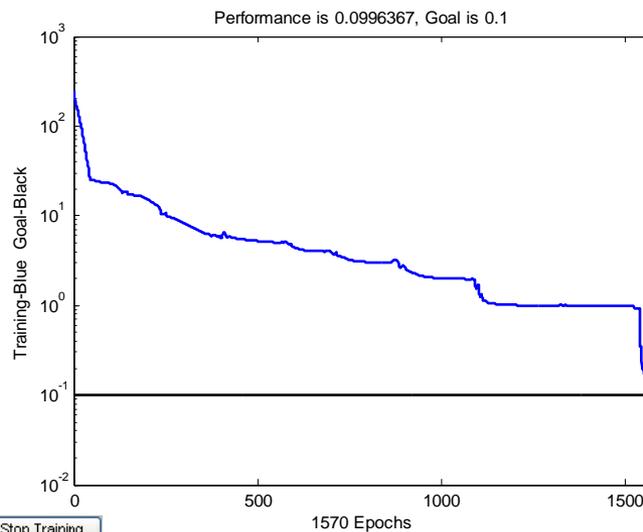
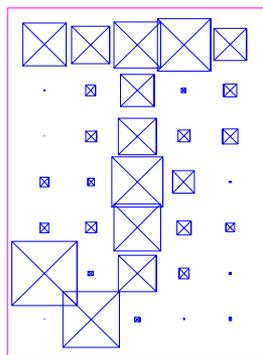
1-й
слой



2-й слой

Обучение выполняется с помощью функции `traindgd`, которая реализует метод обратного распространения ошибки с возмущением и адаптацией параметра скорости настройки.

Экспериментальная часть (MatLab модель нейронной сети)



Stop Training

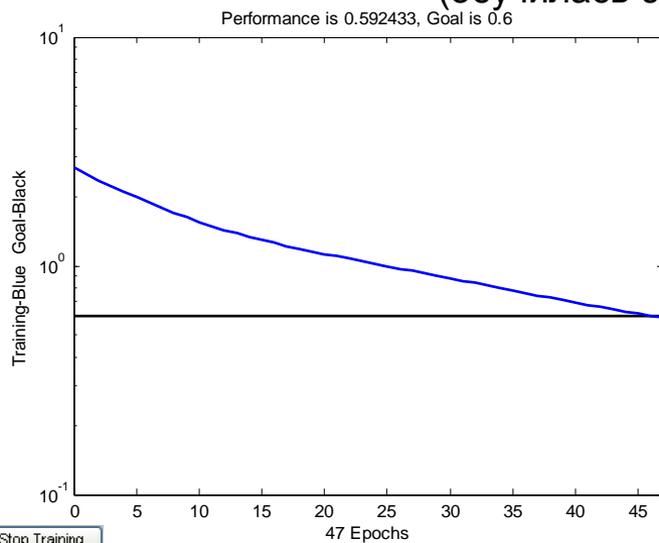
Stop Training

Stop Training

Зашумленный символ
(до распознавание)

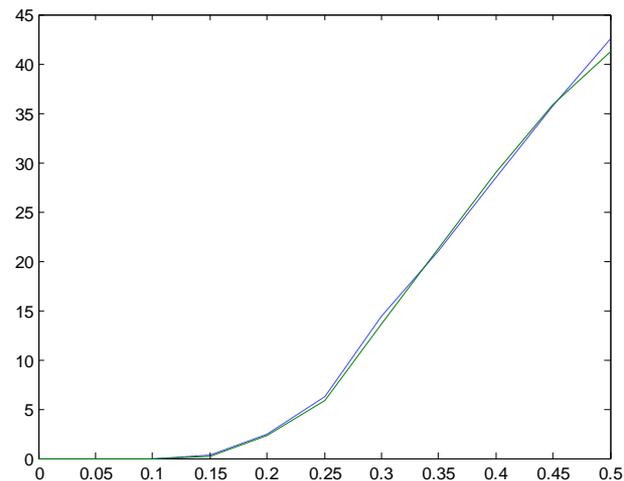
Обучение в присутствии шума
(обучилась за 1570 циклов , качество 0.099)

Распознанный символ



Stop Training

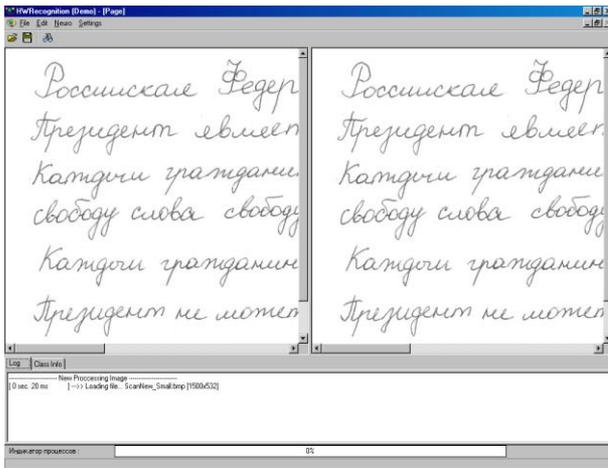
Повторное обучение в отсутствии шума
(обучилась за 47 циклов, качество 0.59)



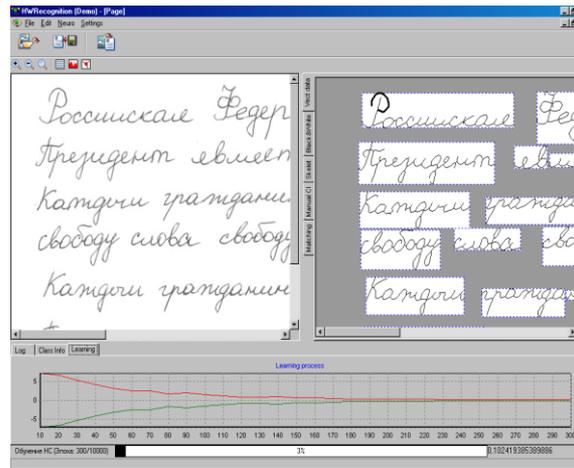
Stop Training

Среднее значение ошибки
(процент ошибки от уровня шума)

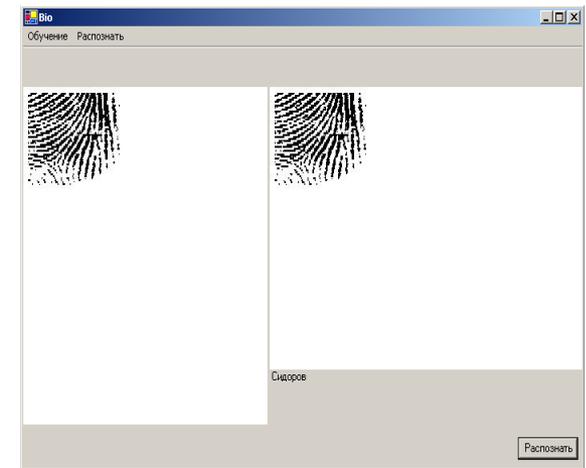
Результаты работы



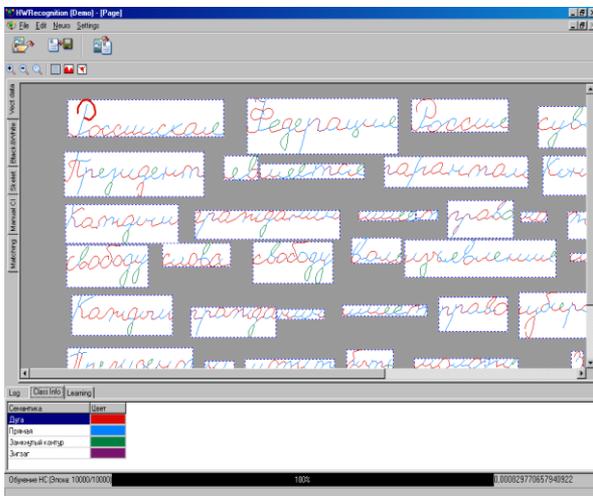
Загрузка образов



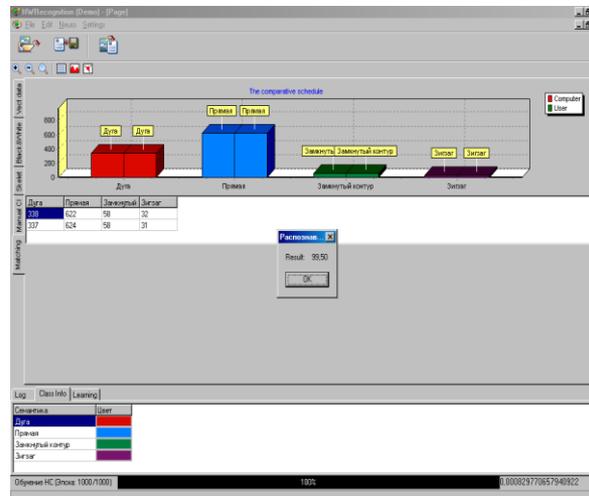
Векторизация образа



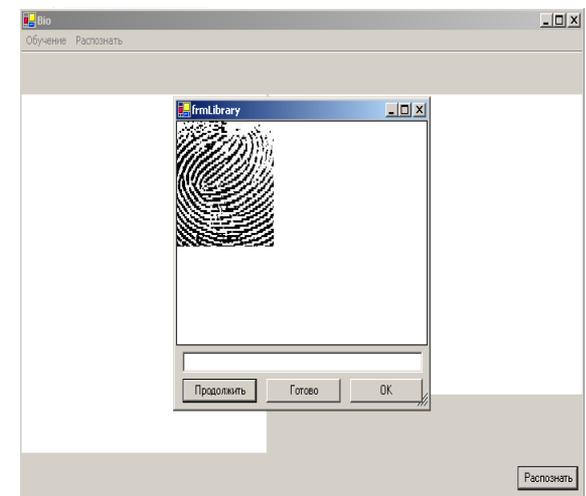
Сравнение отпечатков



Сегментация псевдослов



Результаты распознавания



Занесение шаблона отпечатка

Выводы

- Проанализированы **методы и алгоритмы распознавания образов**
- Предложен **единый** подход и алгоритм к распознаванию различных биометрических показателей человека (рукописный текст, отпечатки пальцев, цифровые флюорограмм)
- Реализован ряд алгоритмов, позволяющих **качественно** подойти к решению проблемы распознавания рукописного текста.
- Разработаны и реализованы алгоритмы сегментации и классификации штрихов
- Разработан и реализован ряд алгоритмов, позволяющих **быстро и эффективно** обрабатывать растровые данные и преобразовывать их к векторному представлению с минимальными потерями качества и данных. Это перевод изображения в 256 оттенков серого, переход от серой шкалы к бинарному черно-белому изображению, скелетизация изображения, векторизация и аппроксимация штрихов ломаной линией.
- Разработан алгоритм, который также является актуальным при распознавании рукописного текста, а именно это алгоритм сегментации штрихов на их совокупности представляющих собой отдельные псевдослова и строки текста
- Для непосредственной классификации штрихов была реализована обучаемая **трехслойная однонаправленная нейронная сеть с сигмоидальной функцией активации**

Апробация

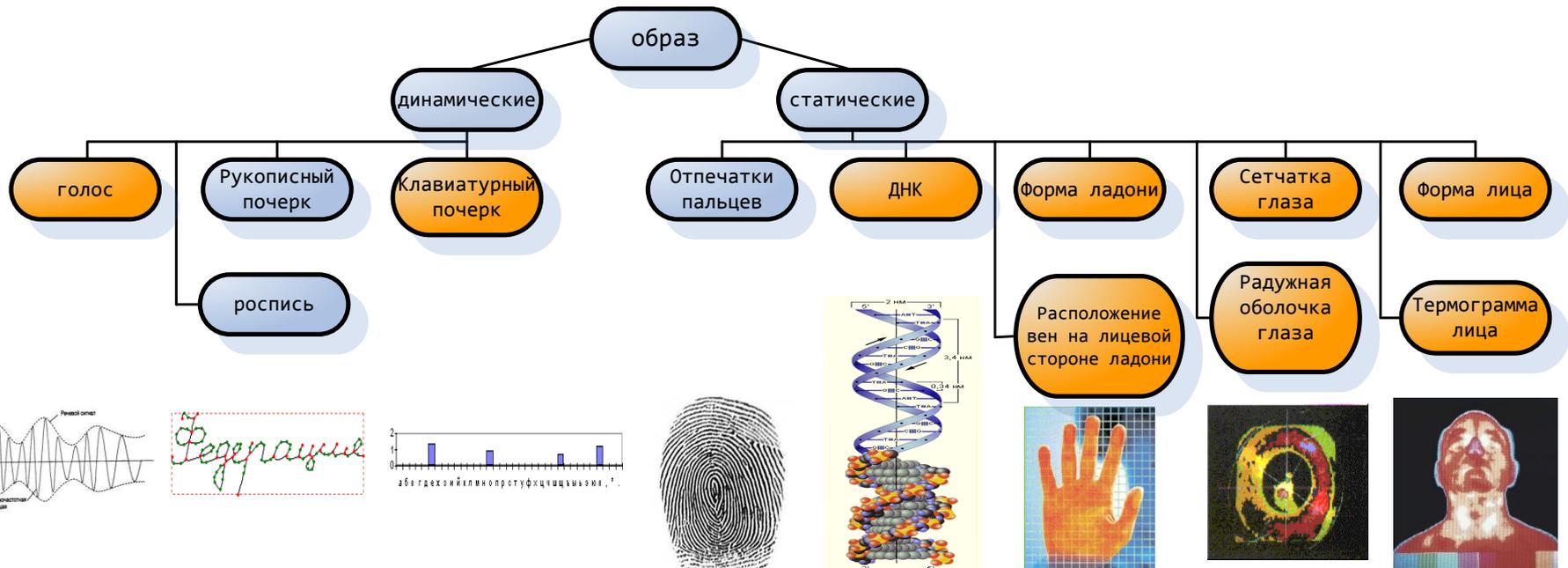
- В.А. Уваров Нейросетевые методы в системах биометрической идентификации // VI международная молодежная научно – техническая конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2004». - Сборник научных трудов. Москва. МГТУ им.Н.Э.Баумана. Москва. 16-17 апреля 2004 г.
- В.А. Уваров Нейросетевые методы в системах биометрической идентификации // VII международная молодежная научно – техническая конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2005». - Сборник научных трудов. Москва. МГТУ им.Н.Э.Баумана. Москва. 16-17 апреля 2005 г.
- В.А. Уваров Исследование и разработка методов распознавания образов отпечатков пальцев и рукописного текста с применением нейросетевых алгоритмов// VIII международная молодежная научно – техническая конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2006». - Сборник научных трудов. Москва. МГТУ им.Н.Э.Баумана. Москва. 16-17 апреля 2006 г.



Работа была отмечена дипломом второй степени на VII-й молодежной научно – технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2005» (16-17 апреля 2005 г.).

Дальнейшее развитие работы

В работе были рассмотрены методы распознавания образов отпечатков пальцев, Рукописного текста и образов цифровых флюорограмм, в рамках дальнейшего рассмотрения и развития работы могут быть рассмотрены и разработаны модули распознавания образов, голоса, клавиатурного почерка, ДНК, ладони, глаза, лица.



Распознавание Речи в системах безопасности предприятий, мобильные телефоны	Графология, Системы безопасности, Карманные компьютеры, Table PC	Системы безопасности	Дактилоскопия, Системы безопасности, Учет и контроль рабочего времени на предприятиях	Медицина	Медицина, Системы безопасности	Медицина, Системы безопасности	Медицина, Системы безопасности
----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	----------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------