

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:

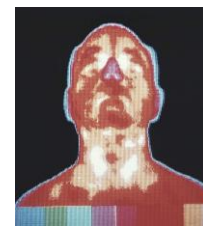
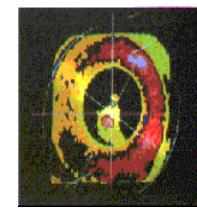
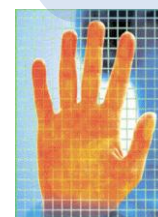
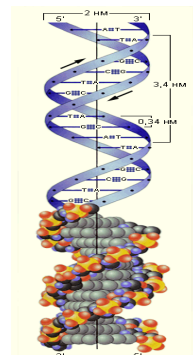
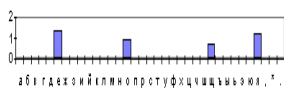
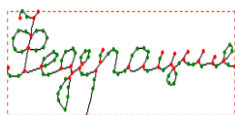
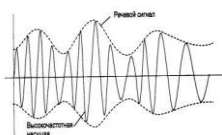
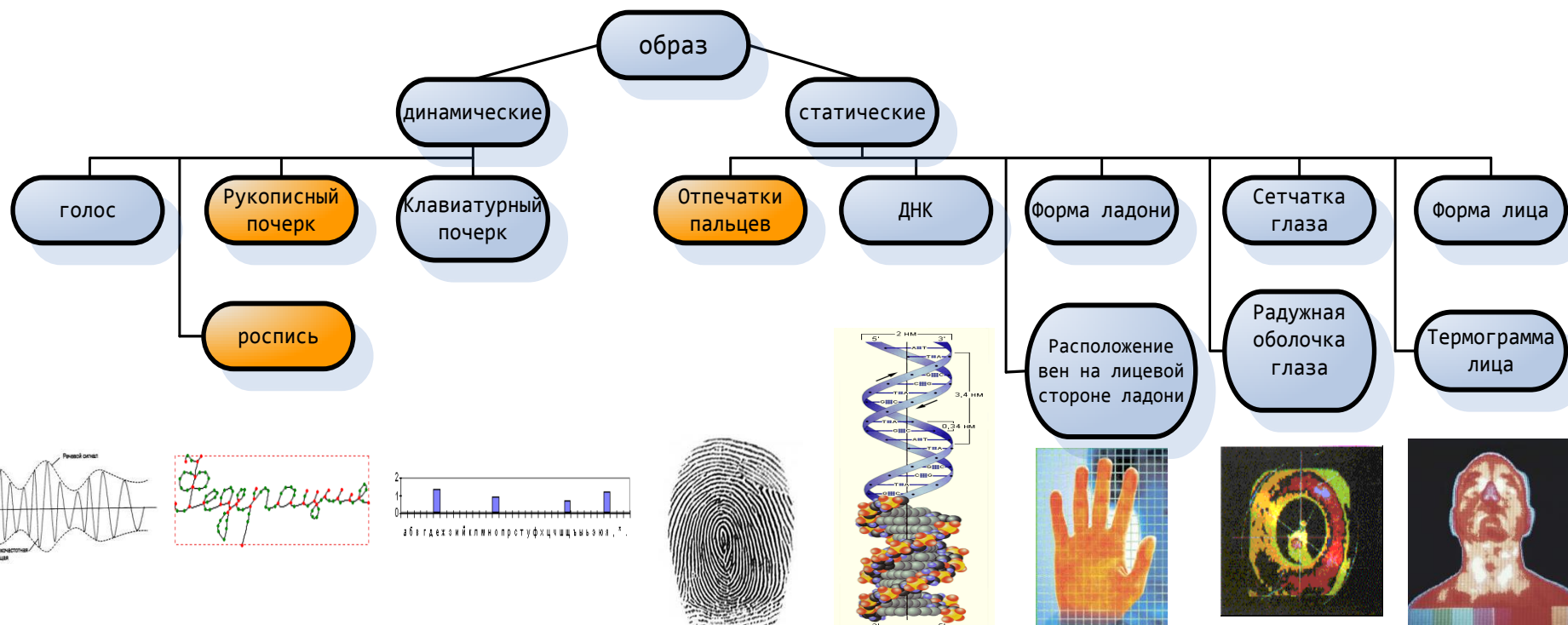
Цель: исследование методов распознавания образов идентификации личности по отпечаткам пальцев и рукописному тексту, разработка модификаций методов и алгоритмов распознавания образов

### 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

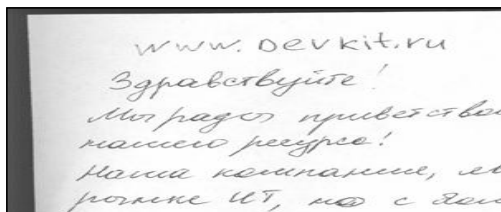
Медицина, Системы безопасности

Медицина, Системы безопасности

# Методы решения задач

Название метода	описание	преимущества	недостатки
<b>Корреляционное сравнение</b>	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>
<b>Сравнение по особым точкам</b>	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>
<b>Сравнение по узору</b>	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>

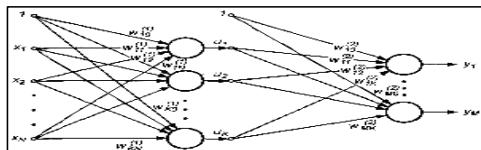
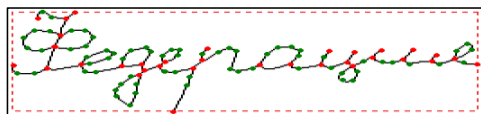
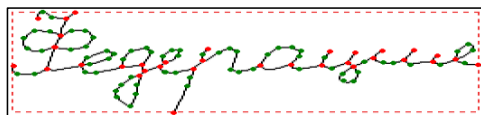
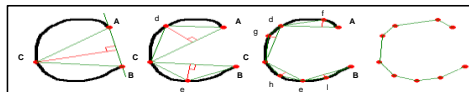
# Обобщенный алгоритм распознавания образов



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

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

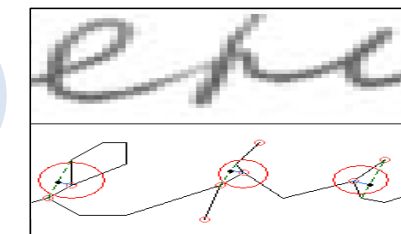
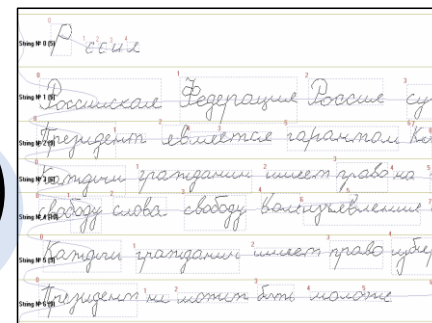
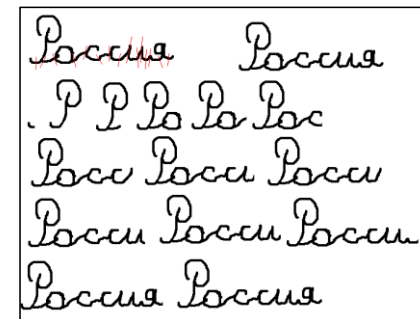
Этапы распознавания рукописного текста

Выделения псевдослов из образа

Выделение строк

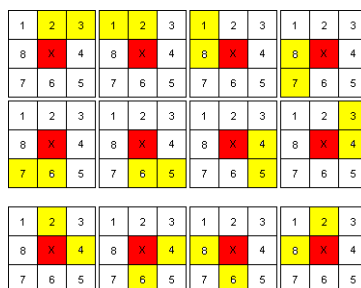
Определение угла наклона

Исправление погрешности скелетизации



# Алгоритм скелетизации образа

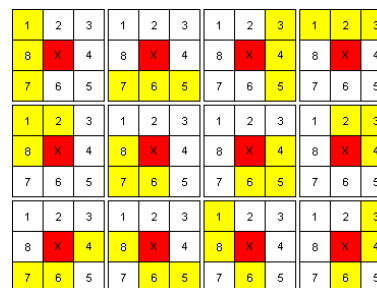
Название метода	описание	Преимущества/недостатки
<b>Волновой метод скелетизации</b>	Начиная с какой-либо исходной точки изображения, волна движется по всему массиву черных пикселей. В процессе распространения, волна делится в узлах изображения и генерируются новые волны, движущиеся в различных направлениях. Тем самым, в процессе движения волны прослеживаются все кривые растрового текста.	позволяет выделить не только растровый скелет, но и попутно сразу произвести векторизацию изображения.
<b>Метод скелетизации с использованием двумерной триангуляции</b>	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
<b>Скелетизация путем уменьшения картинки по границе</b>	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



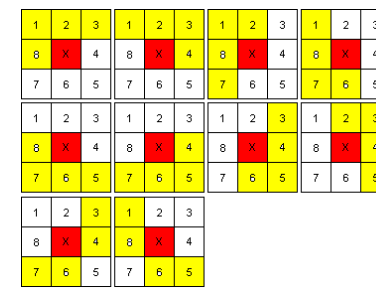
Вес пикселя = 5



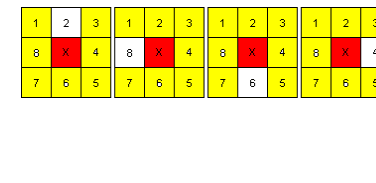
Вес пикселя = 3



Вес пикселя = 6

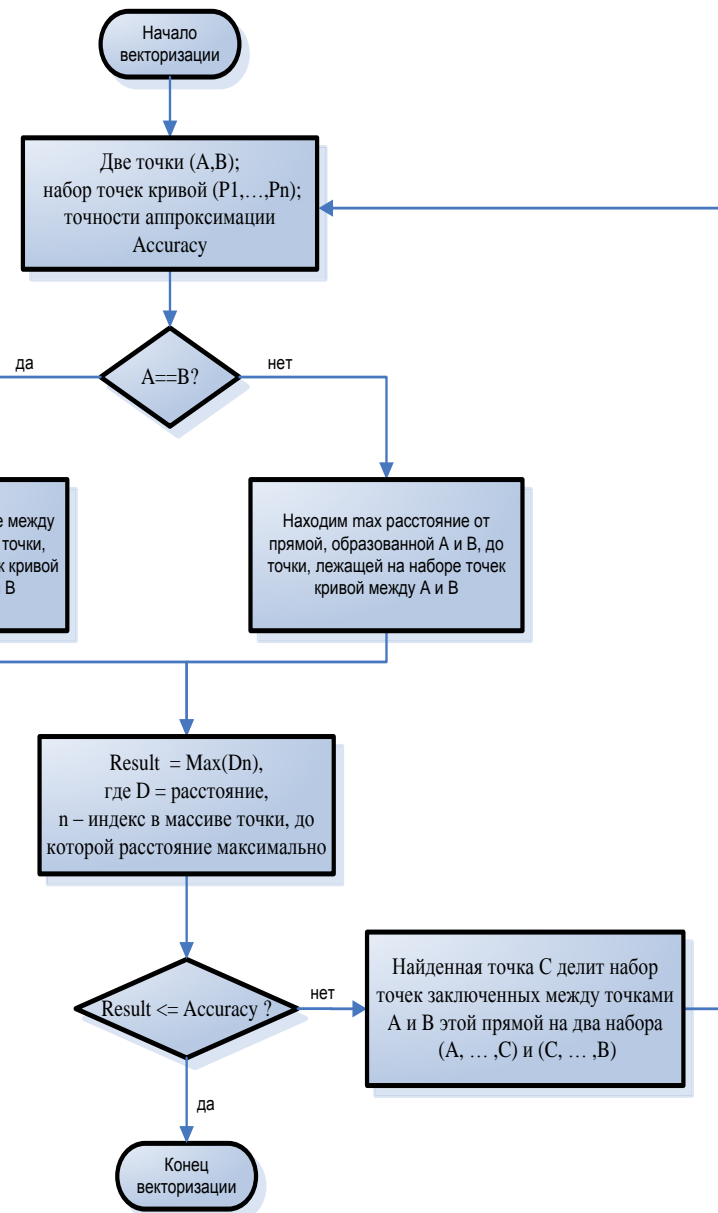
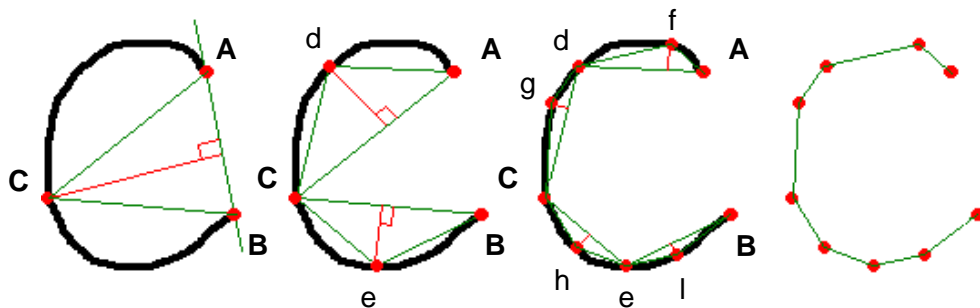


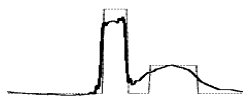
Вес пикселя = 4

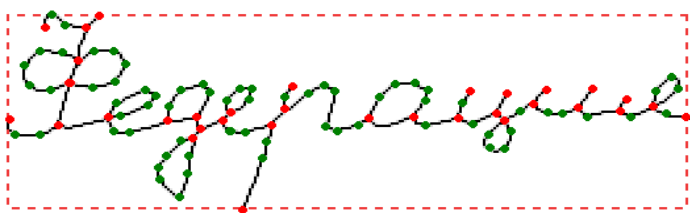


Вес пикселя = 7

# Приведение изображения к векторному виду

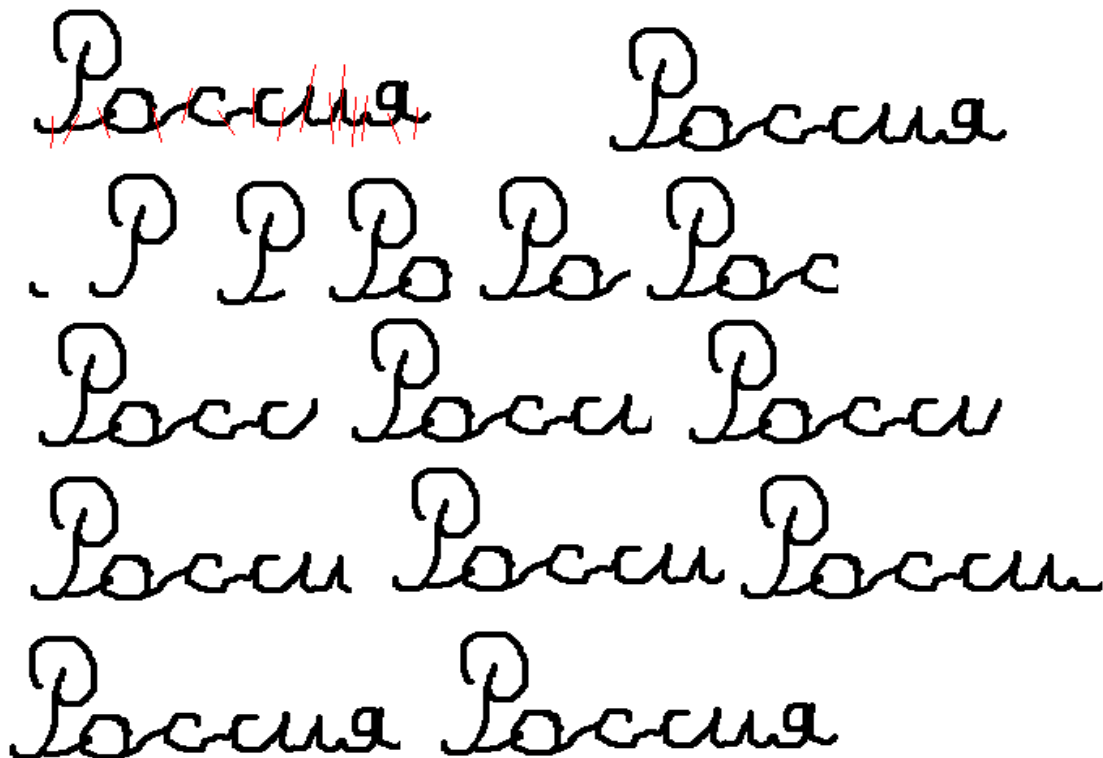


Название метода	описание	Преимущества/недостатки
«Точная» аппроксимация	основан на учете как можно большего количества особенностей траектории начертания линий	особенно хорош, когда необходимо учесть все изгибы и в полной точности описать кривую. данный метод не совсем подходит для систем распознавания 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

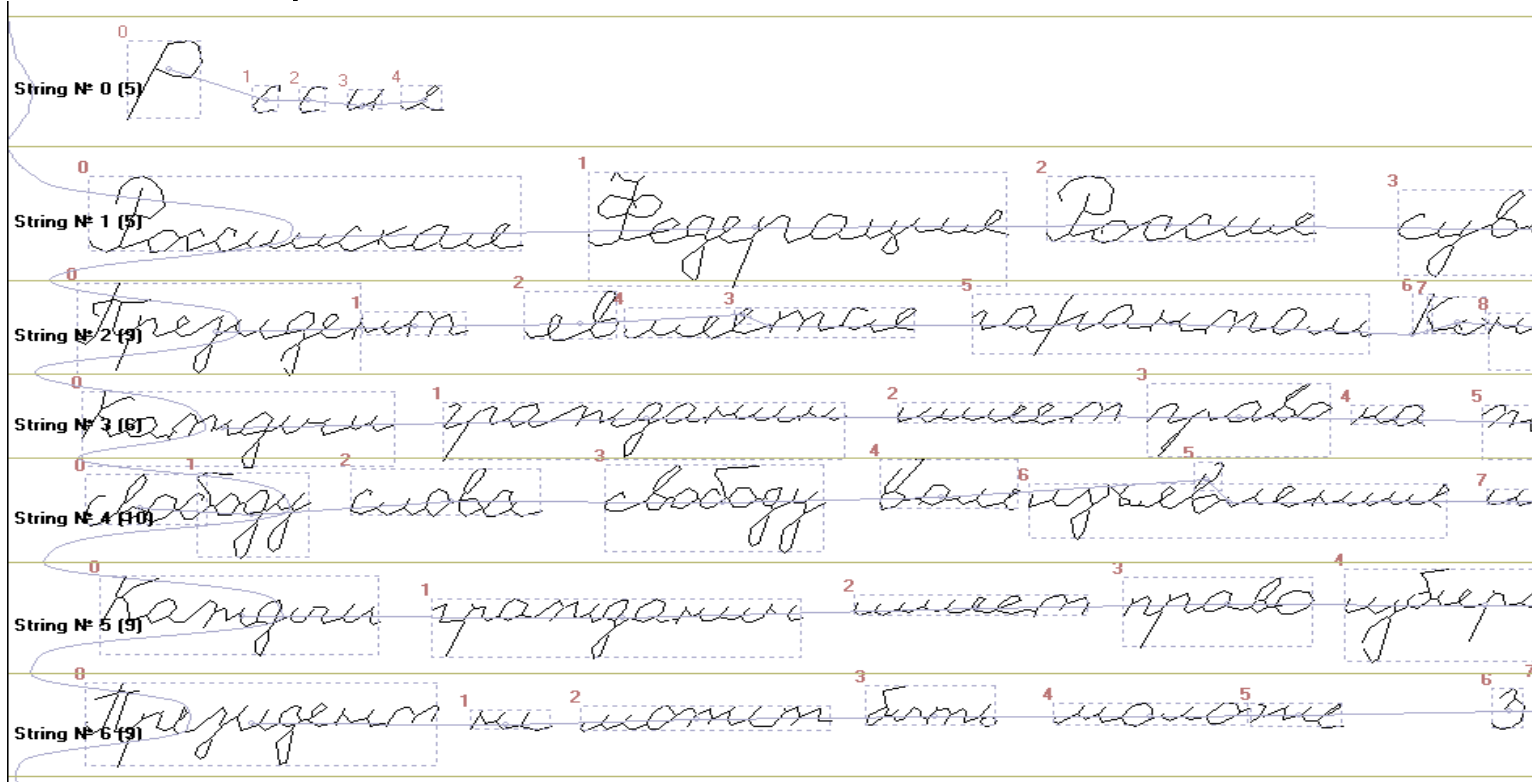
3 - переход из линии в контур и обратно

После обрезаем слово в нужных местах.





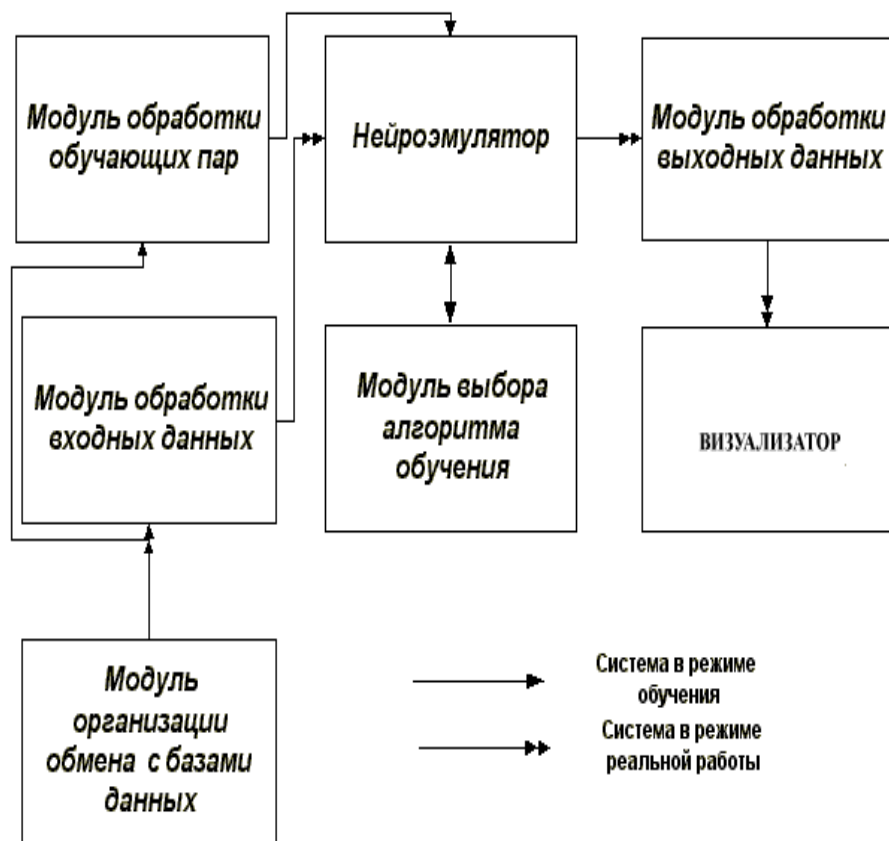
# Выделение псевдослов и строк, исправление погрешности скелетизации



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

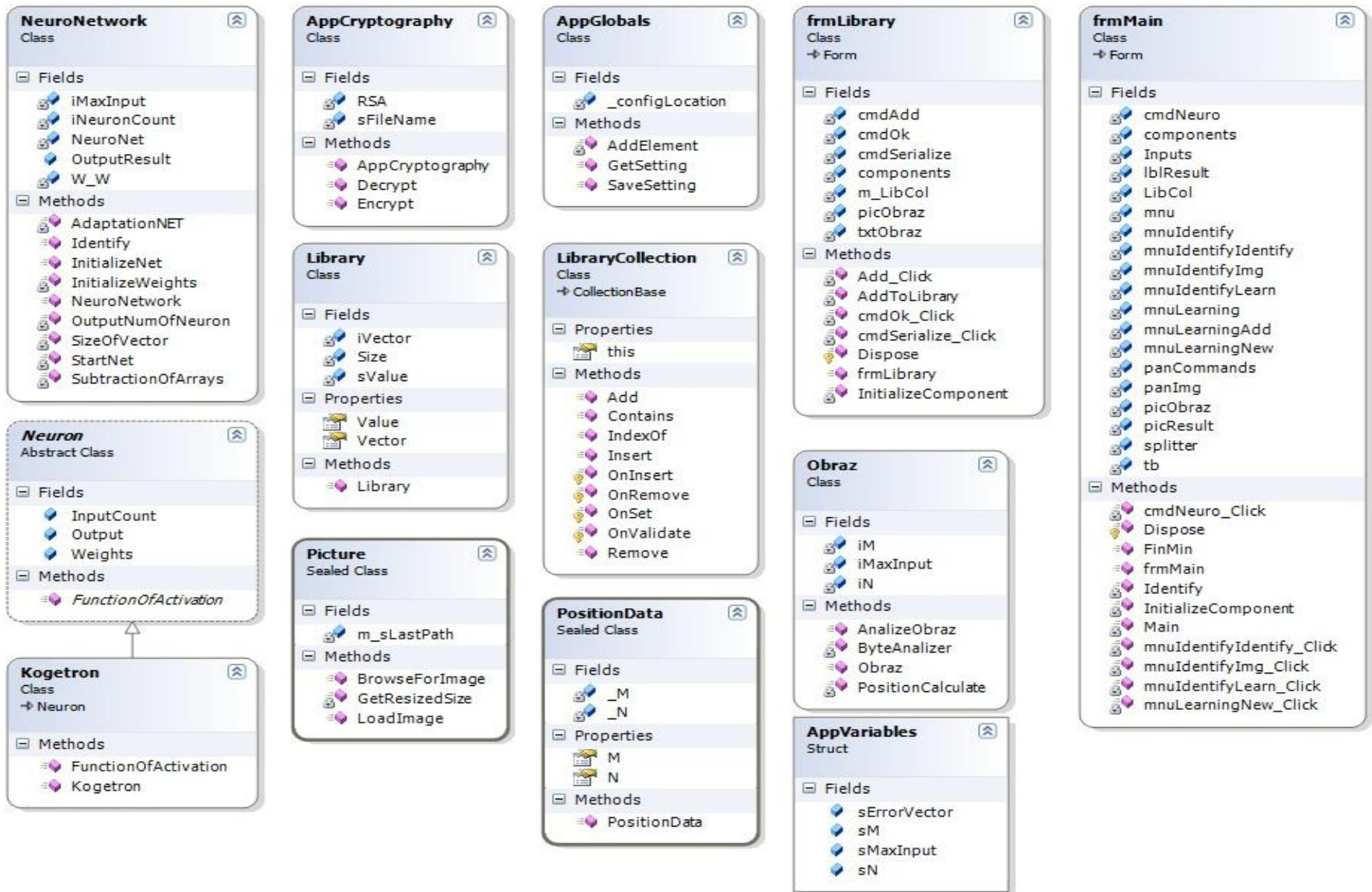
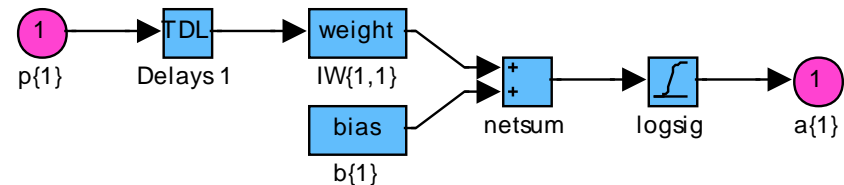
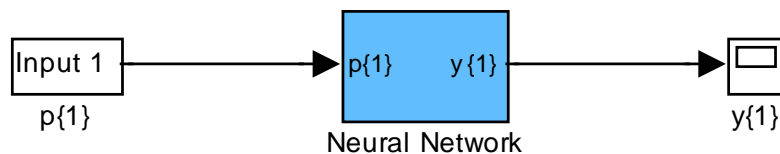
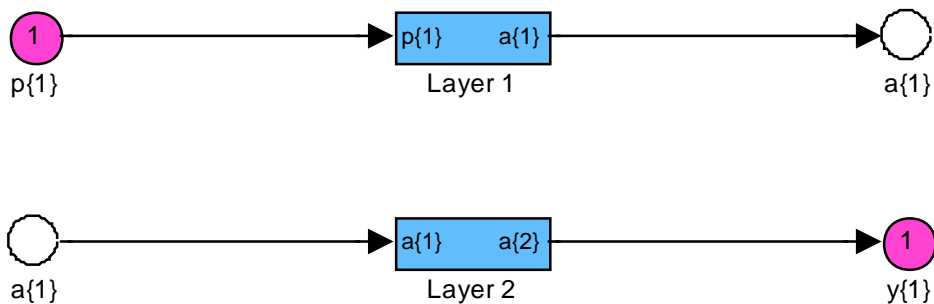


Диаграмма классов

# Модель нейронной сети для распознавания почерка

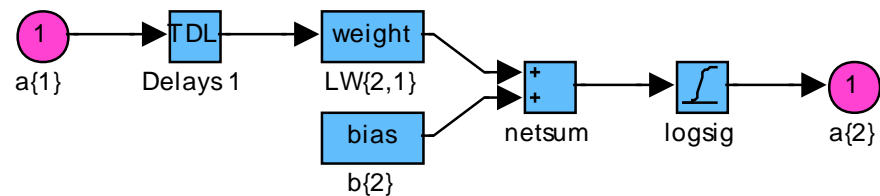


2х слойная сеть с логарифмическими  
сигмоидальными функциями активации  
в каждом слое



Слои нейронной сети

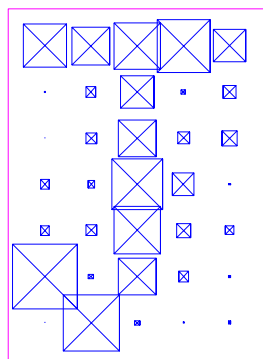
1-й  
слой



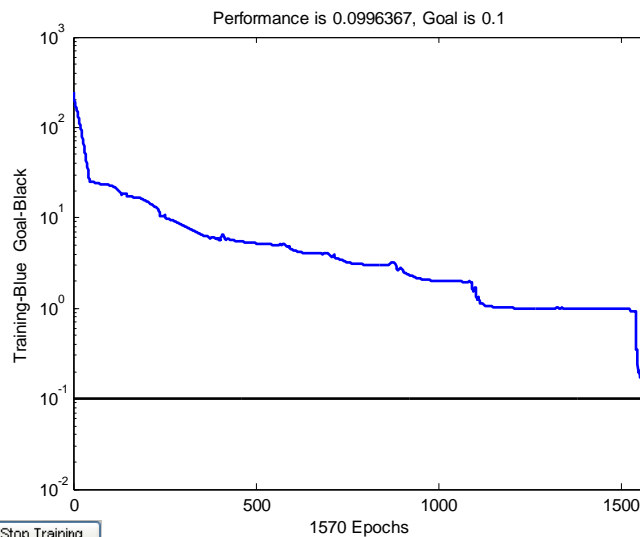
2-й слой

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

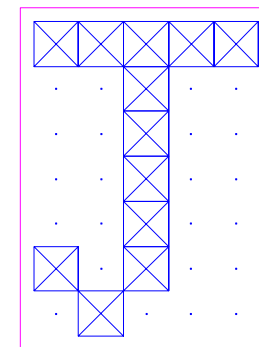
# Экспериментальная часть (MatLab модель нейронной сети)



Stop Training



Stop Training

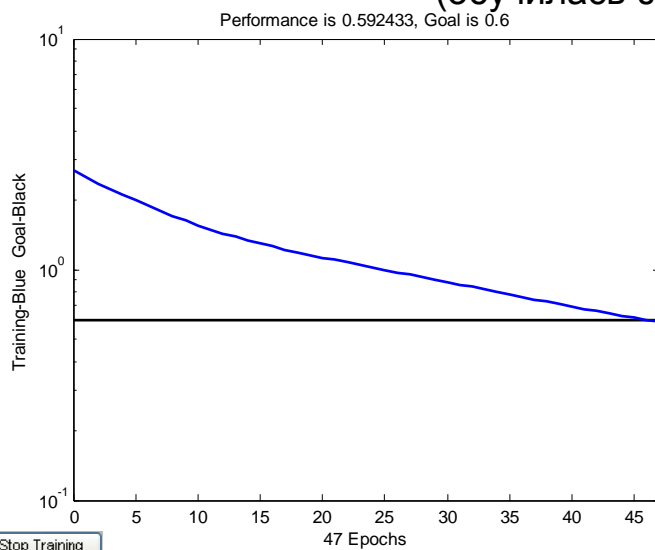


Stop Training

Зашумленный символ  
(до распознавание)

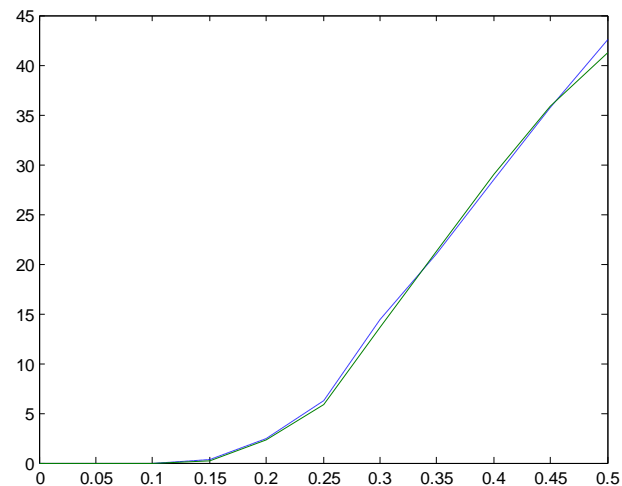
Обучение в присутствии шума  
(обучилась за 1570 циклов , качество 0.099)

Распознанный символ



Stop Training

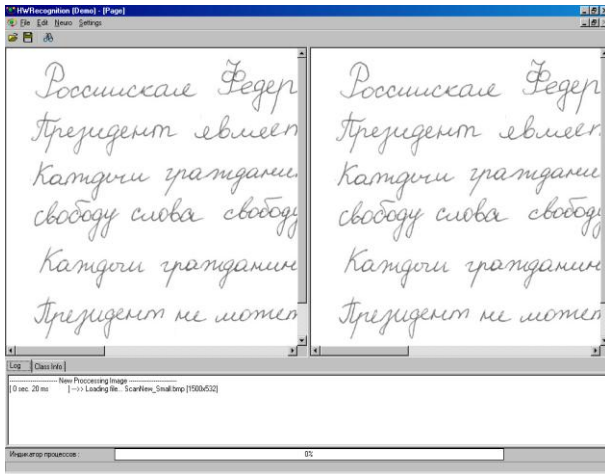
Повторное обучение в отсутствии шума  
(обучилась за 47 циклов, качество 0.59)



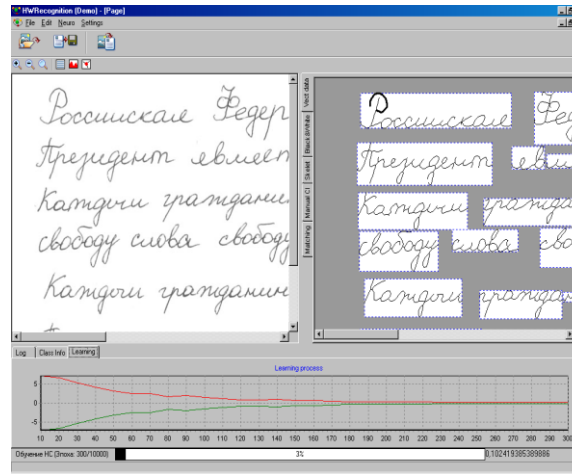
Stop Training

Среднее значение ошибки  
(процент ошибки от уровня шума)

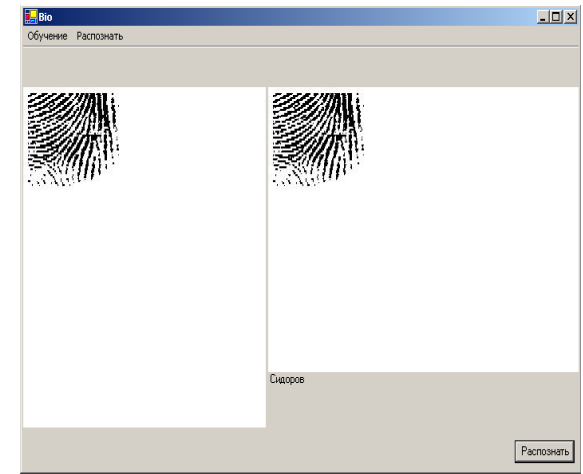
# Результаты работы



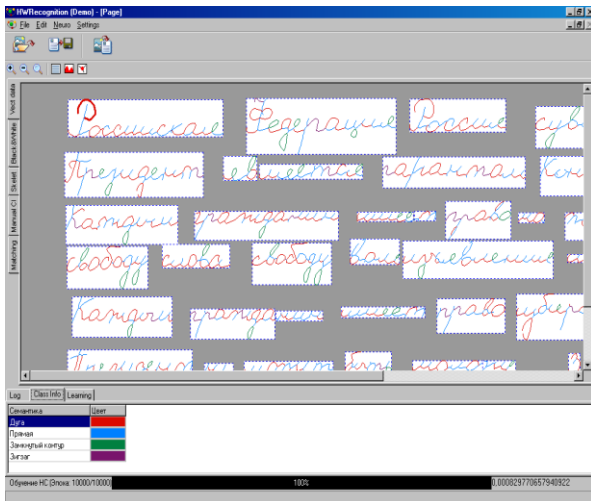
Загрузка образов



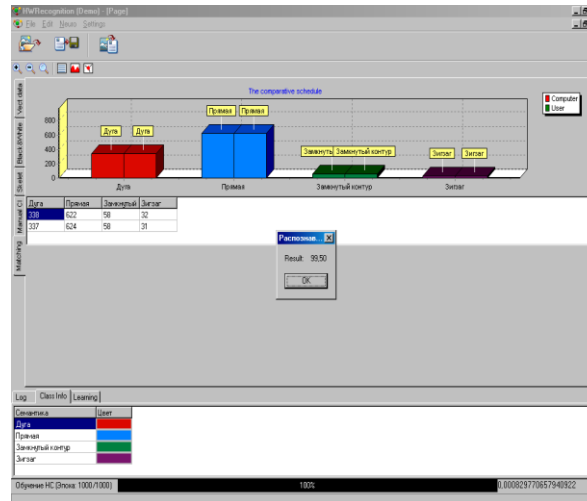
Векторизация образа



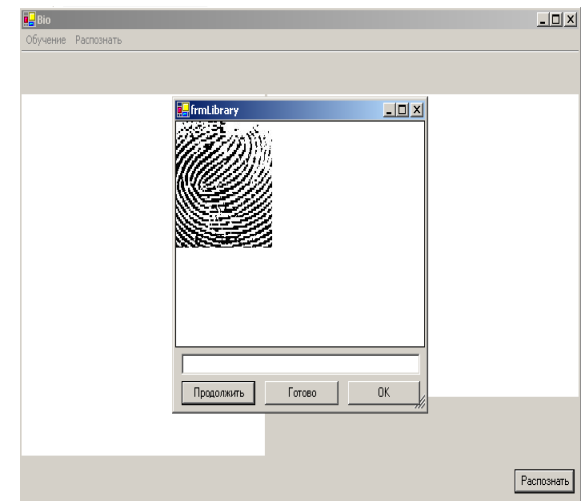
Сравнение отпечатков



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.

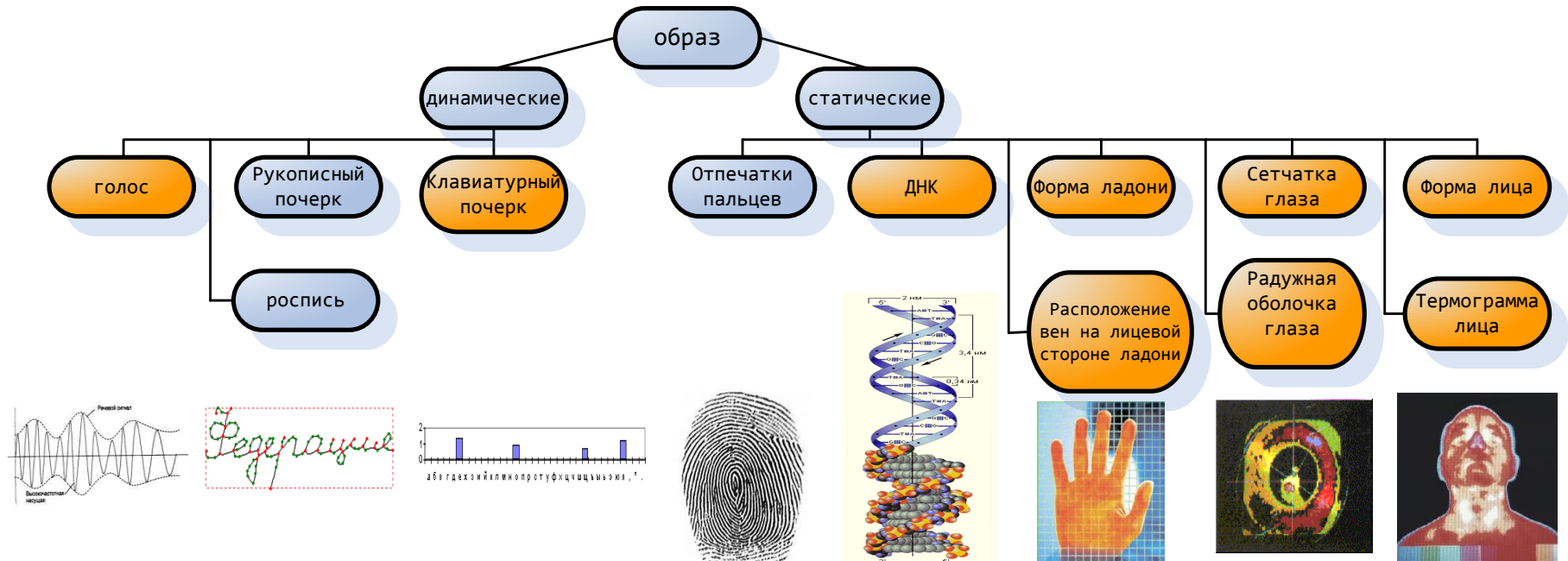


Работа была отмечена дипломом второй степени на VII-й молодежной научно – технической конференции «Наукоемкие технологии и интеллектуальные системы 2005» (16-17 апреля 2005 г.).



# 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