

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра дискретной математики и  
информационных технологий

**МЕТОДЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ В РЕШЕНИИ  
ЗАДАЧ КРИМИНАЛИСТИКИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы  
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника  
факультета КНиИТ  
Зими́на Глеба Алексе́евича

Научный руководитель

к.ф. -м.н., доц. каф. ДМиИТ

\_\_\_\_\_

Ю. А. Бродская

Заведующий кафедрой

к.ф. -м.н., доц., зав. каф.

\_\_\_\_\_

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2018

## ВВЕДЕНИЕ

С развитием ЭВМ появились новые возможности, которые способствуют улучшению и облегчению повседневной жизни. Несмотря на довольно большой прогресс во многих сферах жизнедеятельности, обеспечить удовлетворительный результат в некоторых задачах в настоящее время не удается.

Одной из таких задач можно назвать задачу распознавания. Современные системы распознавания образов до сих пор не могут различать некоторые объекты однозначно с максимальной точностью, в связи с чем актуальность данной проблемы растет с каждым годом. Распознавание образов можно встретить в любой сфере жизнедеятельности – медицина, криминалистика, химия, биология и другие. Решение проблемы распознавания образов способствовало бы преодолению отставания в развитии средств обмена информации между ЭВМ и человеком. Распознавания объектов встречается в нашей повседневной жизни - распознавание лиц, текста, автомобильных номеров, штрих-кодов, фотографии, биометрических данных человека и других объектов. В связи с этим актуальность этой задачи в данный момент является довольно большой.

Одним из видов распознавания образов является распознавание различного рода изображений. С современными темпами генерирования информации создается огромное количество различных видов изображений - фотографии, картины, видеоматериалы. Системы распознавания внедряются достаточно широко, заменяя в некоторых отраслях человека. Эти системы становятся практически главной частью систем управления на различных заводах и цехах. Кроме этого, они так же используются в такой важной отрасли как криминалистика. Главной целью данной выпускной работы является решение следующих задачи: реализация метода распознавания биометрических данных, а точнее распознавание отпечатка пальца человека. Для достижение данный цели необходимо:

- изучить существующие методы распознавания образов по литературным источникам
- изучить существующие методы распознавания отпечатков, применяющиеся в криминалистике
- аргументированно выбрать два метода распознавания
- детализировать выбранные методы до алгоритмов

- реализовать методы распознавания программно
- оценить точность работы выбранных методов

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников и приложения.

Во введении приводятся общие сведения, актуальность темы, задачи и цели работы. Три главы являются теоретической частью работы: в первой главе даётся общая информация о теории распознавания образов, её истории и спецификации. Вторая глава повествует о применении теории распознавания образов в криминалистике. В третьей главе представлены текущие разработки в сфере распознавания отпечатков пальцев. Пятая глава является практической частью, в ней поставлены практически задачи, которые предстоит сделать, а так же представлена программная реализация выбранных методов распознавания. В шестой главе говорится о сравнительной характеристике реализованных методов, а так же дан краткий вывод по полученным данным. В заключении сделаны выводы о проделанной работе, описаны её результаты. В приложении приведен листинг программы реализованной программы. Список использованной литературы содержит источники, на которые приводятся ссылки в работе.

# **1 Понятия математической теории распознавания образов (М.Т.Р.О.)**

## **1.1 Возникновение систем автоматического распознавания**

Достаточно долго задача распознавания изучалась людьми с различных сторон. При этом изучению подвергались только лишь некоторые характеристики, которые не позволяли описать точный механизм функционирования. Как правило для получения такого рода информации исследовалась работа органов чувств человека: органы слуха, зрения и осязания. Но принципы формирования решения оставались неизвестными. Возможно, одним из самых сильных заблуждений было мнение о том, что человеческий мозг функционирует по некоторым алгоритмам, изучив которые можно было бы понять принцип работы и воссоздать его с помощью технических и аппаратных средств. [1]

## **1.2 Задачи распознавания образов**

Задача распознавания состоит из двух задач, связанных с обработкой информации. Эти задачи условно состоят из двух последующих этапов:

- преобразование исходных данных к другому виду, при котором данные удобнее распознать;
- сам процесс распознавания (соответствие объекта какому-то предписанному ранее классу, если это возможно).

## **1.3 Методы распознавания образов: классификация**

Существуют различные методы распознавания образов:

- Алгоритмы вычисления оценок на основе голосования;
- Методы, основанные на оценках плотностей распределения значений признаков;
- Интенциональные методы;
- Лингвистические(структурные) методы;
- Логические методы [2].

## **2 Распознавания образов в решении задач криминалистики**

### **2.1 Постановка задачи распознавания образов в сфере криминалистики**

Одно из перспективных направлений компьютеризации процесса расследования — разработка систем, задача которых заключается в автоматизации процессов поиска и установления личности преступника и определения вероятных мест совершения серийных преступлений.

### **2.2 Идентификация личности**

Одними из самых сложных автоматизированных систем считаются системы, которые основаны на анализе биометрических параметров человека. В роли таких параметров может выступать уникальные папиллярные узоры ладони человека, голос, рисунок радужной оболочки глаза и другие.

### **2.3 Определение общего источника происхождения или генетической общности сравниваемых объектов**

Этот вид исследования по своей цели и функциям относится к разновидности установления групповой принадлежности по условиям возникновения, производства, хранения. Например, сопоставление пасты в стержне авторучки и в штрихах текста поддельного документа [3].

### **2.4 Дактилоскопия**

Дактилоскопия - особый раздел криминалистики, который позволяет при помощи отпечатка пальца идентифицировать личность человека. Данный метод основан на гипотезе Уильяма Гершеля. Эта гипотеза гласила, что на протяжении всей жизни человека папиллярный узор пальцев ладони не изменяется.

#### **2.4.1 Устройство папиллярного узора**

Каждый отпечаток пальца имеет два типа признаков - локальные и глобальные. Глобальными признаками считаются те, которые можно увидеть без помощи каких-либо оптических устройств. Локальными признаками называются особые точки. Эти минуции, как их еще называют, являются уникальными для каждого папиллярного узора. В роли особых точек может выступать окончание папиллярной линии, разрыв, раздвоение.

### **3 Применение методов распознавания в дактилоскопии**

Идентификация по отпечаткам пальцев — самая распространенная биометрическая технология аутентификации пользователей. Отпечаток пальца преобразовывается в цифровой код с помощью сканеров, а затем он сравнивается с заранее введенными наборами эталонов [4].

#### **3.1 Методы получения электронной версии отпечатка пальца**

Все существующие сканеры отпечатков пальцев можно разделить по их физическому принципу на три группы:

- оптические;
- кремниевые (полупроводниковые);
- ультразвуковые [5].

#### **3.2 Алгоритмы сравнения папиллярных узоров**

В настоящее время выделяют три класса алгоритмов сравнения отпечатков пальцев:

##### **3.2.1 Принцип работы корреляционного сравнения**

Метод корреляционного сравнения заключается в следующем: два изображения отпечатков пальцев накладываются друг на друга, после чего подсчитывается их корреляция между соответствующими пикселями.

##### **3.2.2 Сравнение по узору**

В данном алгоритме сравнения используются непосредственно особенности строения папиллярного узора на поверхности пальцев. Полученное со сканера изображение отпечатка пальца разбивается на множество мелких ячеек. Расположение линий в каждой ячейке описывается параметрами некоторой синусоидальной волны. Затем сравниваются параметры волновых представлений соответствующих ячеек.

##### **3.2.3 Сравнение по особым точкам**

Принцип работы данного метода заключается в следующем: со сканированных изображений отпечатков пальцев формируется карта особых точек. На вновь отсканированном изображении так же выделяются особые точки

папиллярных узоров пальца. Далее сравнивают два шаблона, и по количеству совпавших точек принимается решение о идентичности отпечатков. Алгоритм состоит из следующих этапов:

1. Бинаризация. Процесс представления цветного изображения в виде комбинации двух цветов - черного и белого.
2. Скелетизация. Процесс утончения всех линий изображения до 1 пикселя.
3. Выделение особых точек. Особыми точками являются различные разветвления, а так же окончания папиллярных линий.
4. Сравнение карты особых точек с шаблоном. Последний этап заключается в сопоставлении только что полученного набора особых точек с готовым шаблоном [6].

Существуют различные алгоритмы бинаризации изображения:

- бинаризация с нижним или верхним порогами;
- бинаризация с двойными порогами;
- метод Брэдли.

Основная задача скелета изображения заключается в сохранении свойств фигуры – соединение, направление, связность, длина и ширина. Основные методы получения скелетизированного изображения:

- волновой метод;
- шаблонный алгоритм [7].

## 4 Практическая реализация методов распознавания отпечатков пальцев

### 4.1 Определение практических целей и задач

Совместно с научным руководителем были поставлены следующие практические задачи:

- обоснованно выбрать пару методов распознавания папиллярных узоров
- подобрать необходимые образцы отпечатков для проверки работы методов
- программно реализовать два метода распознавания отпечатков пальцев
- сравнить выбранные методы в скорости обработки данных и точности распознавания
- составить сравнительную характеристику

Были выбраны следующие методы распознавания - метод корреляционного сравнения и метод поиска особых точек. Выбор метода попиксельного сравнения был выбран исходя из следующих соображений:

- простота реализации
- небольшие требования к качеству исходного изображения
- высокая скорость работы при использовании небольшой базы данных
- с ростом вычислительной мощности компьютеров актуальность данного метода будет расти

Соответственно метод сравнения особых точек был выбран основываясь на следующих пунктах:

- невысокая сложность реализации данного метода
- высокая скорость работы вне зависимости от величины базы данных отпечатков
- данный метод является одним из самых популярных, он используется во многих сферах жизни человека

Образцы отпечатков пальцев были найдены в сети Интернет в свободном доступе. Для программной реализации необходимых методов был выбран высокоуровневый язык программирования Python 3. Кроме этого необходимо было найти дополнительные библиотеки для реализации простейшего интерфейса взаимодействия с пользователем, а так же библиотека обработки изображений. Для реализации графического интерфейса была выбрана библиотека PyQt5, соответственно для работы с изображениями - Python Image

Library. Графическая библиотека нам нужна только лишь для загрузки изображения в программу в удобном для работы виде, а так же после проделанных с этим изображением операций сохранить это его обратно в виде картинки. Все операции над изображениям будут произведены с ним в форме числовой матрицы.

## **4.2 Устройство программы**

Как было написано ранее, для реализации были выбраны два метода – метод корреляционного сравнения и метод поиска особых точек. Для реализации алгоритма бинаризации был выбран простой пороговый метод. Поскольку наше исходное изображение зачастую будет иметь только оттенки серого, этот алгоритм будет выполнять свою работу без особой потери качества изображения, что очень важно для данного метода распознавания. Среди найденных методов скелетизации был выбран алгоритм Зонга-Суня. Для выделения особых точек был выбран простой шаблонный метод, который проходит по всем пикселям обработанного изображения и накладывает некоторую маску-шаблон. Метод попиксельного сравнения не нуждается в использовании каких-либо других вспомогательных алгоритмов.

## 5 Сравнительная характеристика работы методов

Для сравнения качества работы выбранных методов были найдены 20 образцов отпечатков пальцев. Все модифицированные изображения были разделены на три категории - небольшое искажение отпечатка, среднее искажение отпечатка, сильное искажение отпечатка. В роли базы данных выступали неискаженные образцы отпечатков. После этого все 20 искаженных образцов были поданы на вход программы. Как результат проделанных операций имеем сравнительную характеристику работы алгоритмов. По данной сравнительной характеристике можно сделать некоторые выводы:

- при легкой степени искажения отпечатка оба метода распознают отпечатки с очень высокой вероятностью.
- при средней степени искажения данные метода распознают отпечатки уже с меньшей вероятностью, но процент успешно распознанных отпечатков все равно велик. Стоит заметить, что метод поиска особых точек распознает отпечатки со средней степенью искажения лучше, нежели метод корреляционного сравнения.
- при достаточно сильном искажении оба метода показывают плохие результаты распознавания, метод поиска особых точек практически не справляется с задачей, поскольку на отпечатках такого типа большая часть структуры отпечатка модифицирована. Тем не менее метод по-пиксельного сравнения распознает каждый второй отпечаток.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты классической теории решений дали начало для построения алгоритмов распознавания, обеспечивающих определение класса, к которому относится неизвестный объект. Данные вычисления основаны на измерениях некоторого набора признаков, которые характеризуют этот объект каким-то образом.

В настоящее время для безопасного и оптимального управления различными системами необходимо располагать информацией о явлениях и процессах в данной систем. Именно для решения такого рода задач и используются системы распознавания образов.

В выпускной бакалаврской работе были сделано следующее:

- изучены основные методы распознавания образов по литературным источникам
- изучены основные методы распознавания отпечатков пальцев на основании специальной литературы
- выбраны два обоснованных метода для изучения и последующей программной реализации
- выбранные методы детализированы до алгоритмов
- подобраны тестовые примеры
- сделана сравнительная характеристика данных методов
- сделаны выводы по результатам работы
- составлен печатный отчет о проделанной работе

В результате проведенного исследования были изучены основные методы распознавания, которые применяются в сфере криминалистики. Так же рассмотрены различные алгоритмы, которые используются на этапах методов распознавания отпечатков пальцев. В результате их изучения была построена программа, в которой были реализованы выбранные методы. Как результат проделанной работы можно сказать, что выбранные методы работают с хорошей точностью распознавания отпечатков. Но стоит заметить, что результат распознавания так же во многом зависит от качества входного изображения. Для модернизации данного приложения могут быть произведены следующие улучшения:

1. На этапе обработки изображения использовать дополнительную морфологическую обработку изображения для удаления шумов и посторонних

предметов с отпечатка.

2. Реализовать метод сравнения по узору, и составить сравнительную характеристику с текущими методами.
3. Протестировать данные методы на большой выборке данных, приближенной к реальной.
4. Использовать нейронные сети для повышения точности и скорости распознавания.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Компьютер Информа. [Электронный ресурс]. URL: [http://old.ci.ru/inform03\\_06/p\\_24.htm](http://old.ci.ru/inform03_06/p_24.htm) (дата обращения 28.04.2018). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 2 Симанков, В. С. / Луценко, Е. В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов : Краснодар: Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та, 1999. — 318 с.
- 3 Студми. Учебные материалы для студентов. [Электронный ресурс]. URL: [https://studme.org/128104197388/pravo/problemy\\_obschey\\_kriminalisticheskoy\\_teorii\\_raspoznaniya](https://studme.org/128104197388/pravo/problemy_obschey_kriminalisticheskoy_teorii_raspoznaniya) (дата обращения 28.04.2018). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 4 Всё о преступности и криминале. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.all-crime.ru/krimkazusi/krim-kazusi-daktiloskopiya.htm> (дата обращения 28.04.2018). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 5 BRE. Идентификация по отпечаткам пальцев. Часть 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bre.ru/security/20994.html> (дата обращения 28.04.2018). Загл. с экрана. Яз.рус.
- 6 Карагодин В. Н. Криминалистика, второе дополненное издание : Москва: Издательство Юрайт, 2012. 673 с.: ил. <http://samzan.ru/70424>
- 7 Криминалистическое распознавание. Книги по праву. [Электронный ресурс]. URL: [http://adhdportal.com/book\\_1416\\_chapter\\_74\\_5.\\_KRIMINALISTICHESKOE\\_RASPOZNAVANIE.html](http://adhdportal.com/book_1416_chapter_74_5._KRIMINALISTICHESKOE_RASPOZNAVANIE.html) (дата обращения 28.04.2018). Загл. с экрана. Яз.рус.