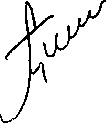
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет»

На правах рукописи



Тимошенко Денис Максимович

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ  
ЛИЧНОСТИ ПО ИЗОБРАЖЕНИЯМ ЛИЦ, ПОЛУЧЕННЫМ  
В НЕКОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

05.13.18 - математическое моделирование, численные методы

и комплексы программ

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент Гришкин В.М.

Санкт-Петербург - 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ 5

[ВВЕДЕНИЕ 7](#bookmark0)

ГЛАВА 1 . ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ 12

1 Л. Биометрические системы распознавания лиц 12

1. [Критерии эффективности систем 16](#bookmark1)
2. Базы для систем распознавания лиц 20
3. [База Face Recognition Grand Challenge (FRGC) 22](#bookmark2)
4. [База Facial Recognition Technology (FERET) 23](#bookmark3)
5. [База Labeled Faces in Wild (LFW) 23](#bookmark4)
6. [Базы TOP-Celebrities и Social 24](#bookmark5)
7. Обзор существующих систем 25
8. Система «FaceVACS-DBScan» компании «Cognitec Systems» 25
9. [Система «VeriLook SDK» компании «Neurotechnology» 27](#bookmark6)
10. Система «NEC’s Face Recognition» компании «NEC» 28
11. [Система «Re:Action» компании «VisionLabs» 30](#bookmark8)
12. Система «Face Recognition» компании «FACE++» 30
13. Выводы 31

[ГЛАВА 2 . ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ЛИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ 33](#bookmark9)

1. Признаки изображений 34
2. [Признаки Хаара 35](#bookmark10)
3. [Локальные бинарные шаблоны 39](#bookmark12)
4. [Двухмерное косинусное преобразование 43](#bookmark13)
5. [Методы бинарной классификации признаков 46](#bookmark15)

з

1. [Композиции классификаторов 47](#bookmark16)
2. [Адаптивный бустинг и метод Виолы-Джонса 48](#bookmark17)
3. [Смеси гауссовых распределений 51](#bookmark19)
4. [Сверточные нейронные сети 55](#bookmark27)
5. [Структура сверточной нейронной сети 56](#bookmark26)
6. Слои сверточной нейронной сети 58
7. [Алгоритм обратного распространения ошибки для СНС 62](#bookmark28)
8. [Обучение выходного МОВ-слоя 65](#bookmark38)
9. [Способы борьбы с переобучением сети 67](#bookmark40)
10. [Комбинированный детектор лиц 68](#bookmark41)
11. [Предобработка изображений 68](#bookmark42)
12. [Локализация лиц на изображениях 70](#bookmark43)
13. [Уточнение границ обнаруженных лиц 78](#bookmark46)
14. Выводы 80

ГЛАВА 3 . МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ ПО СПИСКУ 82

1. [Многомерный статистический анализ 83](#bookmark47)
2. Метод главных компонент 84
3. [Линейный дискриминантный анализ Фишера 88](#bookmark51)
4. [Вероятностный линейный дискриминантный анализ 92](#bookmark52)
   1. Метод идентификации по списку на основе ВЛДА 96
   2. Объединение систем 101
      1. [Основные методы слияния 102](#bookmark61)
      2. [Канонический корреляционный анализ 103](#bookmark62)
   3. Выводы 106

[ГЛАВА 4 . ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ 108](#bookmark63)

1. [Детектирование лиц 108](#bookmark64)
2. [Обучение каскадного классификатора 109](#bookmark65)
3. Обучение классификатора на основе СГР 111
4. Обучение СНС для детектирования лиц 112
5. [Обучение СНС для выравнивания MBR 117](#bookmark67)
   1. [Система идентификации по списку 118](#bookmark68)
      1. [Эксперименты на базе TOP-Celebrities 119](#bookmark69)
6. Эксперименты на базах ORL и LFW 125
   1. Выводы 126

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 128

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 129

[ПРИЛОЖЕНИЕ А 139](#bookmark70)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная диссертационная работа содержит результаты исследований по разработке системы идентификации лиц по списку на статических двумерных фотографиях, полученных в неконтролируемых условиях.

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. проведен обзор существующих систем распознавания лиц, отмечены ограничения систем и возникающие трудности при детектировании, идентификации или верификации лиц;
2. предложены комбинированный алгоритм детектирования лиц и алгоритм компенсации угла отклонения головы;
3. разработан и опробован метод моделирования и идентификации лиц по спискам, основанный на вероятностном линейном дискриминантном анализе с многошаговой редукцией пространства исходных признаков методами многомерного статистического анализа;
4. разработано и внедрено в автоматизированные системы программное обеспечение для детектирования и идентификации лиц по спискам;
5. предложена методика обучения системы детектирования и идентификации лиц на изображениях, собранных в неконтролируемых условиях;
6. проведено экспериментальное исследование отдельных модулей предложенной системы и даны рекомендации по выбору параметров системы, повышающих точность детектирования и идентификации лиц.