# ВВЕДЕНИЕ

**Современное состояние и актуальность темы исследования.** Современные методы идентификации человека делятся на класс физических и класс поведенческих методов. Поведенческие методы оценивают действия индивидуума по подписи или тембру голоса, предоставляя пользователю некоторую степень контроля над его поступками. Физические методы идентификации, основанные на биометрических признаках человека, наиболее полно и часто реализуемы в современных интеллектуальных системах. К таким характеристикам, по которым производится идентификация человека, относятся отпечатки пальцев, форма ладони, узор радужной оболочки, изображение сетчатки глаза. Лицо, голос и запах каждого человека так же индивидуальны.

В настоящее время наблюдается непреходящий интерес к проблеме распознавания лиц. Под распознаванием будем понимать идентификацию изображения неизвестного лица с одной из известных персон. То есть понятие “распознавание” может быть определено как отнесение исследуемого объекта (изображения лица), задаваемого в виде совокупности наблюдений, к одному из взаимоисключающих классов (персоны), или заключение о том, что этот объект не относится к известным классам.

Задача распознавания лиц актуальна как в области интеллектуальных сред, так и в системах безопасности. Например, в текущем году система распознавания лиц, разработанная в пекинском университете Циньхуа (Tsinghua University), была сертифицирована китайским Министерством общественной безопасности для использования в общественных местах[1]. Японское отделение компании Omron[2], специализирующееся на технологиях распознавания, автоматизации и управления, разработало систему распознавания лица человека для мобильных телефонов. Компания Riya[3], основанная группой специалистов в области алгоритмов распознавания черт лица из Стэнфордского университета, начала открытое тестирование Web-

[1] По материалам cnews.ru: http://www.cnews.ru
[2] http://www.omron.com/index2.html
[3] http://www.riya.com

сервиса контекстного поиска изображений лиц в цифровых фотоальбомах. Компания A4Vision заявляет о том, что Федеральная служба охраны при Департаменте внутренней безопасности США внедрила её биометрическую технологию трехмерного распознавания лиц в своем 10-м Окружном центре[4].

Распознавание человека по изображению лица имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами идентификации человека:

1) не требуется специальное или дорогостоящее оборудование;
2) не нужен физический контакт с устройствами. Не надо ни к чему прикасаться или специально останавливаться и ждать срабатывания системы. В большинстве случаев достаточно просто пройти мимо или задержаться перед камерой на небольшое время.

К недостаткам распознавания человека по изображению лица следует отнести:

1) сама по себе такая система не обеспечивает *100%*-ой надёжности идентификации. Там, где требуется высокая надёжность, применяют комбинирование нескольких биометрических методов;
2) распознавание лица неэффективно тогда, когда значительные изменения, например, вследствие несчастного случая, делают невозможным даже человеческую визуализацию;
3) кроме того система может ошибаться из-за ряда других факторов: признаков старения, мимики, освещения и угла зрения. Доля ошибок будет также расти с увеличением объема базы изображений лиц.

В настоящее время активно используются несколько десятков компьютерных методов распознавания лиц: методы на основе нейронных сетей [37]; главных компонент (собственных лиц) [1], [11], [22], [25]; на основе линейного дискриминантного анализа [14], [33]; метод эластичных графов [30]; метод, основанный на скрытых марковских моделях [3], [23], [24], [27]; метод, основанный на гибких контурных моделях лица; метод сравнения эталонов; метод на основе оптических потоков; ме-

[4] По материалам cnews.ru: http://www.cnews.ru

тоды на основе линий одинаковой интенсивности; алгебраических моментов; разложения Карунена-Лоэва; нечеткой логики; фильтров Габора, и т. д. Хороший обзор приведенных методов можно найти в [35].

Один из первых разработанных методов распознавания лиц – метод главных компонент (собственных лиц). Его отличительной особенностью является то, что главные компоненты несут в себе информацию о признаках некоторого обобщенного лица. Распознавание лиц с использованием линейного дискриминантного анализа основывается на предположении о линейной разделимости классов (персон) в пространстве изображений. Нейросетевые методы обладают хорошей обобщающей способностью.

В своей работе мы рассматриваем распознавание лиц людей с использованием одного из статистических методов распознавания – скрытых марковских моделей (СММ) (Hidden Markov Models – HMM) с дискретным временем [27]. Отметим, что скрытые марковские модели успешно применяются для обработки аудио сигналов, речи, изображений, распознавания текста, в биомедицине и других областях [6].

Мы остановимся на рассмотрении непрерывных СММ с одномерной топологией. Несмотря на то, что этот тип моделей является простейшим, предыдущими исследователями (например, [27], [24]), как нам представляется, не до конца был раскрыт потенциал таких СММ.

Литература по СММ разнообразна. Можно посоветовать [7], [9], [15], [26], [29].

Одна из первых работ, применяющая СММ для распознавания изображений лиц – диссертация Фердинанда Самарии [27], которой предшествовали работы по распознаванию изображений других видов скрытыми марковскими моделями. В этой работе распознавание осуществлялось как по используемыми нами одномерными линейными СММ, так и по псевдодвумерным.

**Цели и задачи исследования.** Целью магистерской диссертации является: исследование метода распознавания лиц, основанного на скрытых марковских мо-

делях с одномерной топологией; выработка рекомендаций по выбору структуры и параметров модели, приводящих к высокому проценту распознавания.

Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач:

1) выбор элементов одномерной СММ, наилучшим образом подходящих для задачи распознавания лиц по изображениям;
2) выбор способов извлечения наблюдений из исходного изображения, влияющих на распознавательные способности модели.

**Методы исследования.** В качестве методов исследований использовался аппарат теории вероятности, статистического моделирования, компьютерной обработки изображений, компьютерного зрения и математического программирования.

**Апробация результатов диссертации.** В процессе работы над магистерской диссертацией результаты исследований докладывались на нескольких всероссийских конференциях: “Наука. Технологии. Инновации” (Новосибирск, 2004, 2005) [40], [47], “Молодежь и современные информационные технологии” (Томск, 2005) [45], “Информатика и проблема телекоммуникаций” (Новосибирск, 2005, 2006) [38], [39]; и международных конференциях: “Наука и образование” (Белово, 2006) [43], “Современные информационные технологии – 2006” (Пенза, 2006) [44]. Приняты доклады на предстоящие международные конференции: GRAPHICON’2006 (Новосибирск, 2006) [42], “Актуальные проблемы электронного приборостроения – 2006” (Новосибирск, 2006) [41]. Часть результатов подана в сборник научных трудов НГТУ [46].

**Структура пояснительной записки.** Пояснительная записка к магистерской диссертации состоит из 83 страниц, введения, 3 глав основного содержания, заключения и списка использованных источников и литературы. Работа включает в себя 34 рисунка и 6 таблиц.

**Краткое содержание работа.** Во введении пояснительной записки дается краткий обзор проблемы распознавания лиц, ставятся основные цели и задачи исследования.

Во 1-ой главе рассматриваются основные теоретические аспекты СММ, а так же вопросы обучения и распознавания, необходимые для процесса идентификации лица с использованием СММ.

Применение СММ к проблеме распознавания лица дается во 2-ой главе пояснительной записки.

Проблема извлечения наблюдений рассматривается в 3-ей главе.

В главах 2, 3 рассматриваются практические аспекты реализации и приводятся экспериментальные результаты.

В заключении подводятся итоги работы и намечаются дальнейшие шаги развития темы.

**Примечание.** Все исследования, представленные в данной работе, проводились на базе изображений ORL[5]. Обучение каждой модели происходило по 5 случайно выбранным фотографиям данной персоны. Распознаванию подвергались не вошедшие в обучающий набор изображения. Результаты усреднялись по 10 выборкам.

Тестирование проводилось на машине с процессором Intel Pentium 4 CPU, 3.00GHz, 512 МБ ОЗУ.

[5]Данная база изображений состоит из 400 полутоновых нормализованных изображений лиц различного ракурса 40 персон, http://www.orl.co.uk/facedatabase.html