

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.891

Носов  
Глеб Юрьевич

Модели оценки возраста человека на основании видеопоследовательности

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-40-80-05 Математическое и программное обеспечение  
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Научный руководитель  
Сечко В.В.  
к.т.н., доцент

Минск 2014

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема оценки возраста на основании видеопоследовательности малоизучена, в сравнении с другими направлениями, такими как определение расы, определение пола человека по изображению. В последнее время интерес к данной проблеме возрос, т.к. возможность автоматической оценки возраста имеет множество практических применений. В реальном мире существуют возрастные ограничения на вождение автомобиля, покупку алкоголя, сигарет, фильмов и пр., но возможности человека по определению возраста ограничены. Компьютерная система, позволяющая оценить возраст человека, была бы полезна в этих случаях. Информация о возрасте человека может также применяться для других целей, например, для адаптации пользовательского интерфейса программы к возрастной группе пользователя, а также в других областях компьютерного анализа изображений, таких как распознавание человека.

Данная работа является логическим продолжением дипломной работы по на тему «Получение биометрической информации из видеопоследовательности и применение этой информации для показа контекстной рекламы». В этой работе была проанализирована биометрическая информация, которая может быть получена из видеопоследовательности и её применение для повышения эффективности рекламы. При реализации программного средства было обнаружено отсутствие готовых решений по оценке возраста человека, что потребовало разработки и реализации собственного подхода по оценке возраста человека на основании видеопоследовательности. Разрабатываемое решение должно предоставлять возможность определения возрастной группы (дети/взрослые/пожилые) человека на основе видеопоследовательности и обеспечивать достаточную производительность для обработки видео в реальном времени.

На данный момент существует несколько подходов к оценке возраста человека, большинство из которых базируется на использовании ААМ. Некоторые из существующих подходов демонстрируют высокую эффективность в оценке возраста, например, AGES, но в то же время работают медленно, что существенно ограничивает их применимость в реальных приложениях.

При оценке возраста человека обычно выделяют несколько возрастов:

- реальный возраст (хронологический возраст), число лет, прожитое человеком;

- наблюдаемый возраст, возрастная информация, получаемая по внешнему виду. Обычно близок к реальному возрасту, но случаются и заметные различия;

– воспринимаемый возраст, оценка возраста, сделанная человеком на основе внешнего вида;

– оцененный возраст, оценка возраста человека, сделанная компьютером на основе изображения.

Человеческая способность распознавать возраст довольно точна и вырабатывается в раннем возрасте. На результаты распознавания человеком влияют различные факторы, например, люди показывают лучшие результаты если оценивают человека того же пола, возрастной группы и расы. Также влияния оказывают прическа, наличие или отсутствие очков, бороды, привлекательность человека и пр.

При попытке автоматического распознавания возраста человека возникает ряд сложностей, затрудняющих построение автоматической системы.

Процесс взросления неконтролируем, что означает, что:

– люди не могут изменить свой возраст по желанию;

– взросление медленно и необратимо;

– сбор обучающей выборки для оценки возраста является очень трудоемким и долгим занятием.

Как результат доступные наборы данных для обучения содержат ограниченное число изображений одного и того же человека в разном возрасте, а также изображения людей в старости являются весьма редкими.

Эффекты взросления индивидуальны для людей и зависят от множества факторов независящих от человека, таких как пол и наследственность, а также зависящих от человека: здоровье, образ жизни, курение, погодные условия, рабочие условия и пр. Как результат отсутствует однозначное отношение черт лица к возрасту человека.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

*Целью* диссертационной работы является разработка алгоритмов и реализация программного обеспечения для оценки возраста человека на основании видеопоследовательности, способного обрабатывать видео высокого разрешения со скоростью более 24 кадров в секунду.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– разработать алгоритм выделения лица на кадре видеопоследовательности;

– разработать алгоритм приведения лица к единому виду;

- разработать алгоритм оценки возраста человека на основании изображения лица;
- реализовать программное средство для оценки возраста на основании видеопоследовательности;
- произвести экспериментальные исследования разработанных алгоритмов и программного обеспечения.

*Объектом* исследования является видеопоследовательность, содержащая изображения лица человека.

*Предметом* исследования является выделение лиц из видеопоследовательности и оценка возраста человека на основании изображения лица.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является возможность оценки возраста человека на основании изображения лица человека средствами при помощи автоматических систем принятия решений. А также возможность эффективного анализа видеопоследовательности при помощи современных программно-аппаратных средств.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа выполнялась в соответствии научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» по теме «Разработать модели, методы, алгоритмы для оценки параметров, повышения надежности и качества функционирования аппаратно-программных средств систем и сетей сложной конфигурации и внедрить в современные обучающие комплексы» (ГБ № 11-2004, № ГР 20111065, научный руководитель НИР – В. В. Бахтизин).

### **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации получены соискателем лично. Вклад научного руководителя В.В. Сечко заключается в предоставлении консультаций по поводу используемых математических моделей.

### **Опубликованность и апробация результатов диссертации**

По теме диссертации автором опубликована две работы. Результаты были опубликованы на седьмой международной конференции ICNNAI 2012 посвященной нейронным сетям и искусственному интеллекту, а также в журнале «Проблемы современной науки и образования».

Основные положения разрабатываемой диссертации обсуждались седьмой международной конференции ICNNAГ2012 посвященной нейронным сетям и искусственному интеллекту, а также на республиканском молодежном конкурсе ИТ-проектов IT-JUMP 2012, проводимом парком высоких технологий.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения. Вторая глава посвящена разработке алгоритмов для обнаружения лица, глаз и оценке возраста. Также она содержит теоретический обзор используемых инструментов машинного обучения. В третьей главе описано построение классификаторов при помощи выбранных алгоритмов, а методы, используемые для обучения систем принятия решений, и анализ эффективности разработанных классификаторов. В четвертой главе проанализированы результаты проведенных исследований, практические применения разработанных алгоритмов и анализ возможностей применения результатов работы в других областях.

Общий объем работы составляет 51 страниц, из которых основного текста – 36 страница, 30 рисунков на 28 страницах, список использованных источников из 32 наименований на 3 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ**

В **первой** главе диссертационной работы проведен анализ современного состояния проблемы оценки возраста человека и сформулированы основные принципы, используемые при оценке возраста человека.

Результата исследований, проведенных в данном направлении отражены в работах Narayanan Ramanathan, Д'Арсии Томпсона, Питтингера и Шоу, Тодда, Квона и Нильса Лобо, Лантиса, Генга, Барта и Перретса, Тиддмана, Суо.

**Вторая** глава диссертационной работы посвящена исследованию теоретической базы, положенной в основу оценки возраста по видеопоследовательности.

В рамках второй главы были изучены шаги, необходимые для проведения оценки возраста человека и приведено теоретическое обоснование

для этих шагов. Для проведения оценки возраста необходимо выполнение следующих шагов:

- обнаружение лица на изображении. Может быть выполнено при помощи каскадного классификатора, построенного на основании признаков Хаара. Обнаружение лиц различных размеров достигается за счет использования пирамиды изображений при классификации;

- слежение за лицом для повышения производительности. Слежение за областью, содержащей лицо может быть выполнено при помощи алгоритма оптического потока, разработанного Лукасом-Канаде;

- предобработка изображения для приведения лиц к единому виду, используемому дальнейшими алгоритмами. Ключевыми частями предобработки являются компенсация поворота, масштаба и корректное позиционирование лица. Данные цели могут быть достигнуты при помощи трансформаций, производимых относительно положения глаз;

- использование машины опорных векторов построенного на основании фильтров Габора для оценки возраста.

**Третья** глава диссертационной работы посвящена практическому применению разработанной теоретической базы. Данная глава посвящена вопросам обучения классификаторов и выбору их параметров. В её рамках были разработаны и реализованы:

- каскадный классификатор, работающий на основании признаков Хаара, и способный эффективно осуществлять поиск лица на изображении;

- успешно применен алгоритм оптического потока Лукаса-Канаде для повышения эффективности программного средства, осуществляющего получение биометрической информации из видеопоследовательности;

- алгоритм позиционирования глаза на изображении превосходящий стандартные средства обнаружения глаза, поставляемые с библиотекой openCV как в скорости работы, так и в точности позиционирования глаза;

- классификатор, позволяющий оценивать возрастную группу человека с точностью 91% на основании видеопоследовательности.

**Четвертая** глава диссертационной работы посвящена практическому применению разработанных алгоритмов в программном обеспечении, позволяющем получать биометрическую информацию из видеопоследовательности. В данной главе описана общая архитектура программного средства и обозначены необходимые шаги для получения возможности обрабатывать видеопоток в реальном времени. Также в данной главе проанализированы возможные применения разработанных алгоритмов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках диссертационной работы был разработан классификатор, позволяющий оценивать возрастную группу человека на основании видеопоследовательности, а также вспомогательные алгоритмы необходимые для извлечения информации из видеопоследовательности.

Был проведён анализ литературы, существующих подходов к оценке возраста человека и их применимости к проблеме получения оценки возраста на основании видеопоследовательности, исследована предметная область и доказана актуальность темы.

Был проведен анализ эффективности разработанных подходов как с точки зрения результатов распознавания, так и с точки зрения их применимости к обработке видео в режиме реального времени.

Разработанные методы были успешно применены в программном обеспечении, позволяющем получать биометрическую информацию из видеопоследовательности.

### **Научная ценность полученных результатов**

Научная ценность данной диссертационной работы заключается в решении следующих проблем.

1. Предложена схема обработки видеопоследовательности, позволяющая осуществлять извлечение биометрической информации, такой как пол и возраст человека. Предложенная схема состоит из этапов по обнаружению лица, коррекции лица и непосредственно получения биометрической информации.
2. Предложена схема коррекции лица на основании положения глаз и разработан алгоритм, позволяющий эффективно осуществлять поиск глаз на изображениях плохого качества даже при закрытых глазах.
3. Предложена схема обучения машины опорных векторов для оценки возраста человека на основании применения фильтров Габора к изображению лица. Предложенная схема позволила добиться точности оценки возрастной группы в 91%.
4. Предложена схема по отбору наиболее значимых признаков для оценки возраста на основании статистического исследования распределения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова и машины опорных векторов.
5. Предложена эффективная архитектура программного средства, позволяющая получать биометрическую информацию из видеопоследовательности. Разработанная архитектура позволяет эффективно использовать современные аппаратные возможности за счет многопоточных вычислений.

6. Разработано инновационное программное обеспечение, позволяющее оценивать возраст человека на основании видеопоследовательности. Разработанное программное обеспечение обладает возможностью обрабатывать видео высокой четкости со скоростью, превышающей 24 кадра в секунду при одновременном извлечении биометрической информации и идентификации человека.

7. Предложен способ повышения эффективности обработки видео за счёт осуществления слежения за изображением лица средствами алгоритма оптического потока Лукаса-Канаде.

### **Рекомендации по практическому использованию результатов**

Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки ПО компьютерных систем для решения задач получения оценки возраста человека на основе изображений лица. Данные результаты могут быть использованы для построения новых систем и развития существующих, использующих информацию о возрасте для принятия решения.

Полученные результаты также могут применяться в других задачах компьютерного зрения, базирующихся на извлечении биометрической информации из изображений лица. Предложены эффективные методы получения изображений лица и вспомогательной информации из видеопоследовательности.

Целесообразно использовать полученные результаты в комплексе с другими алгоритмами компьютерного зрения такими как распознавание пола, эмоций для получения биометрической информации. Подобные разработки могут найти применение в широкой области:

– торговые сети, сети общественного питания, – для анализа поведения покупателей и повышения эффективности рекламы;

– компании, работающие с клиентами, – идентификация клиентов для повышения лояльности, за счёт индивидуального подхода и анализа предпочтений;

– новостные компании, – для автоматического анализа видеозаписей и поиска на них интересующих людей;

– государственные структуры, – для поиска преступников на видео, а также контроля над пересечением границы;

– обычные пользователи, – для управления компьютером с помощью взгляда, эмоций, жестов, для авторизации с помощью лица.

## **Дальнейшие исследования**

Дальнейшие исследования в данном направлении могут быть направлены на улучшение оценки возраста и переход к получению реального возраста человека, вместо возрастной группы. Также при проведении исследований следует уделить внимание повышению быстродействия написанных алгоритмов и переносу расчётов на графическое ядро CUDA, что позволит снизить нагрузку на центральный процессор.

## **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**

1. Semeniuta, S. SURF Descriptors for Face Recognition / S. Seminiuta, S.Tulyakov, G. Nosov, R.Kh. Sadykhov // Proc. of the 7<sup>th</sup> international conference on neural networks and artificial intelligence, 10-12 October 2012 / Minsk – Belarus - 2012 – P.138-141.

2. Носов, Г.Ю. Оценка возраста на основании видеопоследовательности / Г.Ю. Носов // Проблемы современной науки и образования – 2014. – №12. – С.