

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

УДК 004.932.2

Батал  
Абдулкадер

Алгоритмы детектирования подозрительного  
поведения на основе видеопоследовательностей

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание степени магистра по  
специальности 1-40 80 05 – Программная инженерия

Научный руководитель:  
Самаль Дмитрий Иванович,  
к.т.н, доцент кафедры ЭВМ

Минск 2021

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается интерес к системам, позволяющим распознавать эмоционально-психическое состояние человека. Эмоциональная аналитика представляет собой интересную смесь психологии и технологий.

При определении эмоций алгоритмы сначала обнаруживают лица на фотографиях или в видео, а затем распознают микровыражения, анализируя отношения между точками на лице на основе баз данных. Среди областей применения распознавания состояния человека можно выделить телекоммуникации, видеоигры, анимацию, психиатрию, автомобильную безопасность, обучающие компьютерные программы. Проявление эмоций человека выражаются через мимические выражения лица, которые проявляются при изменении ключевых точек на лице. Положение этих точек и их трактовка являются главной задачей при определении эмоций.

На данный момент существует много разработок в данной сфере, но реально эффективных не так много. В имеющихся решениях имеются некоторые недостатки. Например, скрыты алгоритмы и модели работы, нет возможности настроить их и управлять ими, точность не всегда удовлетворяет требованиям. Поэтому авторами разработан следующий алгоритм:

1. Преобразование фото (или кадра видео) в чёрно-белое изображение.
2. Поиск лица (с помощью методов Виолы-Джонса и примитивов Хаара) ведётся до тех пор, пока лицо не будет обнаружено.
3. Изменение размеров изображения до размеров фото из обучающей выборки (48 на 48).
4. Нормализация данных.
5. Классификация эмоции на изображении с помощью многослойной свёрточной нейронной сети. На вход алгоритма подаётся цветная или чёрно-белая фотография, или видео. Чтобы избавить модель от избыточных данных (их станет в три раза меньше, чем в цветном), изображение преобразуется в чёрно-белое. Для детектирования лица используется метод Виолы-Джонса, основанный на принципе сканирующего окна. Он считается одним из лучших в соотношении скорость определения-точность.

В стандартном методе Виолы – Джонса используются прямоугольные признаки, которые называются примитивами Хаара. Обрезка и нормализация изображения лица необходимы, чтобы подготовить изображение для обработки их нейросетью и убрать задний фон. Для задачи классификации эмоции на изображении используется многослойная свёрточная нейронная сеть. Она реагирует на прямые линии под разными углами и ключевые точки. Работа свёрточной нейронной сети – это переход от особенностей изображения к абстрактным деталям, при этом опускаются незначительные и выделяются существен-

ные. Размер изображения сужается, но увеличивается число признаков изображения. Две основные концепции в её работе – это операции свёртки и подвыборки. Операция свёртки представляет собой графическое кодирование какого-либо признака. В результате формируется карта признаков. Операция подвыборки выполняет уменьшение размерности сформированных карт признаков за счёт выбора пикселя с максимальным значением. Выделяются ключевые признаки изображения - область глаз, рта, бровей и носа.

Таким образом, необходимо исследовать возможность построения модели машинного обучения по классификации эмоционального состояния человека по мимике лица, использующей изображения людей в разном эмоциональном состоянии, на примере решения задачи по распознаванию текущей эмоции человека на несколько категорий. В процессе исследования необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- обзор существующих алгоритмов анализа эмоционального состояния человека по его мимике лица;
- обзор современных моделей машинного обучения по классификации изображений;
- определение формата данных для обучения, их сбор и анализ;
- реализация алгоритмов, сравнительный анализ.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность темы исследования**

Объектом исследования является молодая и динамически развивающаяся область научного знания, основной объём публикаций которой приходится на последнее десятилетие в момент начала работы. Количество различных приложений для машинного обучения стремительно растёт, а применение различных моделей машинного обучения является неотъемлемой составляющей дальнейшего развития информационного общества.

Предмет исследования также относится к остросоциальной проблеме лжи при общении между людьми и анализа эмоционального состояния человека. Во многих странах по сей день ведутся исследования эффективной возможности оценки и анализа эмоций человека, данное исследование обладает высокой ценностью.

### **Цель и задачи исследования**

*Целью* диссертационной работы является разработка модели и алгоритмов машинного обучения по классификации эмоции человека, а также программного обеспечения, для реализации решения распознавания эмоций человека.

Для достижения поставленной цели необходимо решить *следующие задачи*:

1. Провести анализ современных алгоритмов распознавания и классификации изображений и эмоций, в частности.
3. Собрать, проанализировать и подготовить к обучению набор данных для эмоций человека.
4. Разработать и провести сравнительный анализ моделей машинного обучения по классификации изображений с эмоциями.

*Объектом* исследования является машинное обучение.

*Предметом* исследования являются модели и алгоритмы машинного обучения по классификации эмоций человека.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является возможность создания комбинированного алгоритма, эффективно классифицирующего эмоции человека в реальном времени.

### **Новизна полученных результатов**

В результате проведённого исследования было разработано программное средство на основе комбинированного алгоритма для анализа и классификации эмоций человека в режиме реального времени для оценки возможной лжи в ходе беседы или допроса.

### **Положения, выносимые на защиту**

- 1.Современные модели машинного обучения по классификации изображений.
2. Комбинированный алгоритм, основан на использовании сверточной нейронной сети совместно с алгоритмом, анализа двигательных мышц лица.
- 3.Архитектура сверточной нейронной сети для классификаций эмоций.

### **Апробация результатов диссертации**

1. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР по направлению «Компьютерные системы и сети» в секции «Программное обеспечение информационных технологий» (Минск, Беларусь, 2021).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 3 печатные работы в рецензируемых сборниках трудов и материалов международных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Структура диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из перечня условных обозначений и терминов, общей характеристики работы, введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений.Общий объем работы составляет 85 страниц, из которых основного текста – 52 страниц, 11 рисунков на 14 страницах и 4 таблиц на 5 страницах, список использованных источников из 31 наименований на 2 страницах и 3 приложений на 3 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации представлен анализ существующих систем анализа мимики человека и предметно предметной области, выявлены основные существующие проблемы в рамках тематики исследования, показаны направления их решения.

Вторая глава посвящена анализу современных алгоритмов по распознаванию эмоций человека. В первом разделе главы описаны основные требования и ограничения к процессу сбора данных и к устройству для сканирования физических объектов реального мира. Во втором разделе описано проектирование корпуса, программного и аппаратного обеспечения устройства. В третьем разделе описан процесс изготовления устройства. Результаты всей главы описаны в четвёртом разделе.

В третьей главе описан подход по разработке алгоритмов классификации анализа данных, собранных в процессе исследования области.

В четвёртой главе приведён и описан экспериментальный анализ разработанного комбинированного алгоритма, показывающий высокую эффективность распознавания эмоций в различных условиях.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевым результатом данной диссертации является предложенный комбинированный алгоритм распознавания эмоционального состояния человека по мимике лица. Полученный опыт может быть также применим и при построении моделей машинного обучения по эмоциям вне контекста рассмотренной в диссертации практической задачи.

Кроме того, был разработан проект устройства, позволяющего формировать наборы данных для обучения сложных моделей по классификации физических объектов реального мира в воспроизводимых и контролируемых условиях. Сконструированное устройство было опробовано в эксплуатации и использовалось для формирования обучающей выборки для дальнейших исследований.

Обученные модели также могут найти практическое применение. Внедрение таких моделей в судебных экспертизах, психбольницах, а также для оценки достоверности информации при подборе персонала.

В то же время, полученные результаты ставят новые вопросы и открывают дальнейшие пути исследований. Так, например особый интерес представляет создание более сложных гибридных моделей машинного обучения, использующих большее количество характеристик лица человека.

Кроме этого, необходимо продолжить исследование моделей на увеличенном наборе данных и более качественным, сформированном в процессе эксплуатации в отличающихся домашних условиях. В совокупности с появлением новых характеристик эти исследования сопряжены с применением более сложных методов анализа обучающей выборки, таких как кластерный и факторный анализ.

Создание более сложных моделей и алгоритмов по классификации эмоций человека, а также дальнейшие исследования разработки более эффективных алгоритмов, закрывающие недостатки существующих, а также исследование разработанной системы в реальных условиях, где возможно выявление новых недостатков и их анализ.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А.БаталА.В. Компьютерное зрение для анализа эмоционального состояния человека / А.В Батал // материалы XI Междунар. науч.-метод. конф. (Республика Беларусь, Минск,12–13 декабря 2019 года) / редкол. : В. А. Прытков [и др.]. – Минск :БГУИР, 2019.

2-А.БаталА.В. Нейронные сети для классификаций эмоций / А.В Батал // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) =InformationTechnologiesandSystems 2020 (ITS 2020) : материалымеждунар. науч. конф., (Республика Беларусь, Минск, 18 ноября 2020года редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2020.

3-А.БаталА.В. Анализ поведения человека по мимике лица/А.В Батал// Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, 19–23 апреля 2021 г. / редкол.: Д. В. Лихачевский [и др.]. – Минск: БГУИР, 2021.