

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и цифровому развитию ВлГУ
д. ф.-м. н., доцент

А.О. Кучерик

23 августа 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» на диссертационную работу Макарова Виктора Витальевича на тему **"Методы и алгоритмы автоматической классификации психофизиологических характеристик человека"**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 - "Теоретические основы информатики"

Актуальность темы диссертации

Область применения интеллектуальных систем, использующих в своей работе различные психофизиологические характеристики человека расширяется. Выделяют две основных группы методов их регистрации: с помощью дополнительной обработки видео или аудио записей (в основном определяются эмоции или другие психологические состояния), с использованием нательных датчиков (фиксация динамики сердечной деятельности, дыхательных ритмов, кровонаполненности, кожно-гальванического сопротивления, электрической активности мозга и других показателей). Прикладные направления, которые работают с первой группой включают в себя системы контроля за состоянием водителя для обеспечения транспортной безопасности, управления удовлетворенностью обслуживанием в центрах обработки телефонных вызовов, биологической обратной связи для улучшения пользовательских интерфейсов. Ко второй группе можно отнести комплексы различной медицинской диагностики, носимые персональные устройства (смарт-часы, фитнес-трекеры), профессиональные компьютерные полиграфы, ЭЭГ-гаджеты и другие.

Диссертация Макарова В.В. посвящена исследованию и разработке методов и алгоритмов, позволяющих автоматически классифицировать эмоции по аудио и видео записям, а также осуществлять расчет силы реакции организма испытуемого на предъявляемые стимулы при проведении полиграфной проверки при помощи обработки данных, зарегистрированных датчиками дыхательной, сердечно-сосудистой и электродермальной активности. Предложенные методы позволяют осуществлять такое распознавание с высокой точностью, причем в случае с видеоматериалами снижаются требования по условиям съемки.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, 3 глав, заключения и библиографии. Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи, отражена практическая значимость полученных результатов, аргументирована научная новизна, представлены выносимые на защиту научные положения, дана историческая справка о создании приборов регистрации психофизиологических характеристик.

В первой главе дан обзор существующих на настоящий момент решений в области распознавания эмоций человека по голосовой фонограмме. Формализована задачи классификации, описан набор данных, на котором проводится исследование. Предложен алгоритм преобразования голосовых фонограмм в изображение мел-спектрограммы для дальнейшей обработки при помощи сверточных нейронных сетей. Описаны и получены численные результаты по классификации эмоций по аудиоматериалам с применением метода разложения сигнала на эмпирические моды с использованием энергетического оператора Тигера-Кайзера, а также с помощью вейвлет-преобразования. Проведено сравнение результатов распознавания и показано, что предложенный метод с использованием сверточных нейронных сетей дает наиболее высокую точность.

Во второй главе рассматриваются проблемы классификации эмоций по фотографиям и видеозаписям и признаки, используемые для распознавания. Подробно описаны наборы данных с различными условиями съемки, а также метод синтеза новой подборки изображений с разметкой эмоциональных состояний наиболее сложных для обработки из-за разнообразного положения головы в кадре и непостоянной освещенности. Все они были использованы для поэтапного обучения сверточной нейронной сети. Проведено численное сравнение точности результатов с распознаванием при помощи метода локальных бинарных паттернов. Предложенная архитектура позволяет достичь высокой точности классификации эмоций по видеозаписям даже при нестабильных условиях съемки.

В третьей главе рассмотрены методы автоматической классификации силы реакции испытуемого на предъявляемые стимулы при помощи данных, зарегистрированных профессиональным компьютерным полиграфом. Описаны принципы работы детектора лжи и особенности визуального экспертного анализа при оценке результатов исследования. Подготовлено 3 набора данных — по одному на каждый тип психофизиологических характеристик, используемых в полиграфе при принятии решения о силе реакции испытуемого на вопрос. Рассмотрены результаты обучения алгоритмов, использующих классические архитектуры, описаны недостатки их работы с предложенными данными. Представлен метод нормализации данных, позволяющий частично решить проблему наложения индивидуальных особенностей испытуемых при обучении системы. Предложена архитектура трансформера, кодирующей которой состоит из чередующихся слоев внимания и многослойного перцептрона, позволяющая получить высокую точность классификации силы реакции. Представлена визуализация результатов кластеризации при помощи метода стохастического вложения соседей с t -распределением.

В заключении представлены основные результаты работы.

Основные результаты диссертации и их научная новизна

К основным результатам и особенностям диссертации Макарова В.В. можно отнести:

1. Исследованы методы автоматической классификации эмоций по голосовым фонограммам. Предложена архитектура сверточной нейронной сети для работы с преобразованными из аудиозаписей мел-спектрограммами, позволяющая достичь высокой точности распознавания.
2. Исследованы методы автоматической классификации эмоций по видеозаписям. Предложен алгоритм синтеза нового набора данных с размеченными эмоциональными состояниями. Разработана новая архитектура сверточной нейросети для распознавания эмоциональных состояний с высокой точностью, устойчивая к изменениям условий съемки.

3. Предложен метод нормализации данных, полученных профессиональным компьютерным полиграфом, уменьшающий вклад индивидуальных особенностей испытуемых в процедуру обучения нейронных сетей.
4. Разработаны 3 новых метода автоматической классификации силы реакции испытуемого на предъявленный стимул для следующих каналов регистрации данных профессионального компьютерного полиграфа: дыхательная (датчик охвата грудной клетки) и электродермальная (датчик кожно-гальванической реакции) активность, сердечная деятельность (фото и пьезо датчики).

Достоверность полученных результатов

Степень достоверности результатов подтверждается проработанными статьями и книгами по теме диссертации, наличием завершенных подробно описанных численных экспериментов, а также внедрением результатов в существующие приборы. Основные положения, сформулированные в работе Макарова В.В., получили апробацию на российских конференциях. Основные результаты изложены в трех работах, опубликованных в изданиях, рецензируемых ВАК. По результатам работы было также получено 2 свидетельства о регистрации программы ЭВМ.

Значимость полученных результатов

Работа Макарова В.В. носит преимущественно прикладной характер. Основной научный результат работы состоит в представлении методов высокой точности распознавания эмоций, позволяющих определять психологическое состояние человека даже при частичной фиксации материалов (только аудио или только видео), а также работе системы при изменении условий съемки. Эффективность метода продемонстрирована в ходе вычислительных экспериментов на реальных видеозаписях из набора данных Aff-Wild.

Практическую ценность представляет внедрение методов оценки сигналов, полученных датчиками регистрации дыхательной, сердечной и электродермальной активности, для автоматической классификации силы реакции испытуемого на предъявленный стимул в профессиональный компьютерный полиграф «Финист».

Разработанная архитектура нейронной сети является универсальной для выявления отклонений в трех различных психофизиологических характеристиках. Полученные в диссертации результаты могут использоваться при разработке методов распознавания по психофизиологическим характеристикам, зарегистрированными с помощью других датчиков, а также с другими наборами данных. Кроме того, результаты могут быть использованы при построении соответствующих программных комплексов.

Замечания

1. В первой главе численные эксперименты поставлены только на одном наборе данных, хотя описанные методы не имеют ограничений на работу с другими размеченными аудиоматериалами.
2. Во второй главе не указан классификатор, который использовался для распознавания эмоций по видеозаписи при помощи вектора признаков, полученного с помощью метода локальных бинарных шаблонов.
3. В третьей главе для описания качества распознавания на три класса даётся только отношение числа корректных предсказаний к размеру тестовой выборки. Однако при выработке решения полиграфолог учитывает ошибочное попадание в центральный класс с меньшим штрафом. Таким образом для описания качества должна быть полностью приведена матрица ошибок.
4. В работе встречаются опечатки, в целом не влияющее на качество диссертационной работы.
5. В заключительной части диссертации не описаны перспективы развития разработанных методов.

Заключительная оценка

Отмеченные недостатки не оказывают влияния на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Результаты диссертации изложены в трех публикациях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Кроме этого, по основным результатам было получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, которые согласно п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней», приравниваются к публикациям. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертации. Результаты докладывались на всероссийских конференциях. В диссертации приведены все необходимые ссылки на цитируемые источники в соответствии с п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертационная работа Макарова В.В. «Методы и алгоритмы автоматической классификации психофизиологических характеристик человека» соответствует требованиям ВАК РФ (пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 - «Теоретические основы информатики», а её автор, Макаров В.В., заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по данной специальности.

Диссертационная работа, автореферат и отзыв на работу рассмотрены на заседании кафедры Программная инженерия, протокол № 18 от 23 августа 2022 г. Муромского института (филиала) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (МИ ВлГУ).

Заведующий кафедрой
Программной инженерии МИ ВлГУ
д.т.н., профессор

А.Л.Жизняков

23.08.22

Фамилия, имя, отчество: Жизняков Аркадий Львович

Наименование отрасли наук, научных специальностей, по которым составителем защищена диссертация: 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации

Организация: ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Сайт организации: www.vlsu.ru

Должность: Заведующий кафедрой Программной инженерии МИ ВлГУ

Почтовый адрес организации: Россия, 600000, Центральный Федеральный округ, Владимирская область, г.Владимир, ул. Горького, дом № 87

Контактный телефон: +7(49234)77-101

e-mail: lvovich1975@mail.ru

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

Сайт: www.vlsu.ru

Почтовый адрес: 600000, Российская Федерация, г. Владимир, ул. Горького, д. 87

Телефон:

E-mail: oid@vlsu.ru