

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Жумажановой Самал Сагидулловны

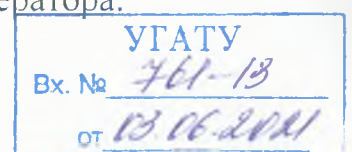
на тему «Распознавание психофизиологического состояния субъектов-операторов на основе анализа термографических изображений лица с применением сверточных нейронных сетей»

по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы)
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы исследования

С ростом влияния информационных технологий на жизнь общества и повышением степени автоматизации процессов управления обостряется проблема взаимодействия человека-оператора с эргатическими системами, в связи с риском появления в управляющем контуре ошибок, совершаемых человеком на фоне усиления роли «человеческого фактора». Одна из актуальных задач, связанных со снижением негативных последствий от действий субъектов-операторов является дистанционный непрерывный контроль их психофизиологического состояния (ПФС) в ответственных приложениях и на объектах критической информационной инфраструктуры.

Работа в состоянии, отличном от нормального, например, при переутомлении, после употребления алкогольных напитков, стрессе, сонливости вызывает повышение доли ошибок управления, связанных с «человеческим фактором». Существующие на сегодняшний день способы распознавания ПФС имеют ряд недостатков, связанных с низкой эргономичностью, что ограничивает их применение для непрерывного контроля ПФС в реальных условиях при управлении сложными объектами и системами. Тепловидение в данном случае имеет ряд преимуществ, так как позволяет дистанционно собирать информацию о состоянии субъекта-оператора.



Актуальность рассматриваемой проблемы также подтверждается множеством программ стратегического развития и цифровизации РФ, направленных на нейтрализацию источников опасности для общества, экономики и государства посредством внедрения усовершенствованных методов и алгоритмов на базе искусственного интеллекта.

Таким образом, представленная диссертация посвящена разработке модели, методов и технологии дистанционной непрерывной идентификации ПФС субъекта-оператора по термографическим изображениям лица и шеи на базе сверточных нейронных сетей.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, приложений, включает 158 страниц машинописного текста, содержащих 44 рисунка, 18 таблиц, 5 приложений.

Во введении обоснована актуальность исследования, его научная новизна и положения, выносимые на защиту, цели и задачи исследования, а также теоретическая и практическая значимость результатов исследования.

В первой главе изложены результаты аналитического обзора состояния в данной области, который показал, что ПФС субъекта является одним из основных порождающих факторов аварий. Существующие методы и алгоритмы не полностью решают проблему распознавания ПФС. Решением проблемы является использование тепловидения для получения информации о распределении температуры на лице и шее человека, а также эффективных алгоритмов обработки изображений на базе сверточных нейронных сетей (СНС).

Во второй главе автором предложена схема системы распознавания ПФС, входящая в систему интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению деятельностью субъектов-операторов, отличающаяся наличием новых блоков и связей, в совокупности повышающих точность и снижающих время распознавания ПФС субъекта-оператора. Обоснована необходимость

использования СНС в качестве инструмента извлечения признаков и классификации объектов на изображениях.

В третьей главе оценивается применимость аппарата СНС к задачам распознавания осесимметричных объектов на фоне помех на цифровых изображениях. Были апробированы несколько архитектур СНС, а также их комитеты (ансамбли). Данный алгоритм на базе комитетов СНС показал свою эффективность совместно с последовательным применением формулы гипотез Байеса.

В четвертой главе представлены результаты исследования по распознаванию ПФС субъекта-оператора по термографическим изображениям лица и шеи на базе предложенного нейробайесовского алгоритма. Представлены протокол проведения натуральных экспериментов, этапы обработки исходных данных, а также результаты по чувствительности и специфичности распознавания ПФС, равные соответственно 95,4 % и 98,2 %.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат содержит основные положения, результаты и выводы диссертационного исследования. Содержание автореферата соответствует основному тексту диссертации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации обеспечена корректным использованием общепризнанных методик статистического анализа данных, корректного математического аппарата; вводимые допущения обоснованы фактами, известными из достижений исследований в данной области; достоверность научных положений подтверждена соответствием результатов теоретических и практических исследований.

Достоверность и новизна полученных результатов

В представленной диссертационной работе получены достоверные результаты, обладающие следующей научной новизной:

1. Новизна разработанной архитектуры системы распознавания ПФС субъектов-операторов, заключается в том, что в ней присутствуют новые структурные блоки и связи между блоками, назначением которых является высокоточное непрерывное распознавание ПФС субъекта-оператора.

2. Впервые предложен метод распознавания ПФС субъектов-операторов, основанный на формировании комитета СНС с идентичной архитектурой, но отличающихся весовыми коэффициентами нейронов, заданных в результате стохастического процесса обучения, что позволило значительно повысить точность распознавания каждого состояния субъекта-оператора.

3. Новизна нейробайесовского алгоритма идентификации ПФС субъекта-оператора, заключается в том, что усредненные решения по каждому классу на выходах комитетов многослойных сверточных нейронных сетей объединяются с помощью классификатора Байеса путем расчета (перерасчета) апостериорных вероятностей возникновения тех или иных состояний оператора. В результате становится возможным покадровый анализ потока термограмм и пошаговое принятие решений относительно состояния оператора в реальном времени (с точки зрения самого оператора). Это позволило сократить затраты на обучение системы, выражаемые в многократном снижении объемов обучающей выборки по сравнению с использованием глубоких рекуррентных нейронных сетей.

4. Новизна разработанной соискателем методики распознавания ПФС субъекта-оператора заключается в извлечении новых идентификационных признаков термографических изображений лица и их частотно-временных характеристик, а также в статистической модели изменения извлекаемых признаков в зависимости от ПФС субъектов.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Теоретически значимым результатом диссертационного исследования является применение современных методов и алгоритмов анализа термограмм лица и шеи для распознавания ПФС субъекта.

Практическую значимость результатов исследования представляют предлагаемые методы и алгоритмы идентификации ПФС субъекта-оператора, позволяющие достичь чувствительности и специфичности распознавания ПФС равные соответственно 95,4 % и 98,2 % при 10-секундном мониторинге состояния, которые были реализованы в программно-аппаратном комплексе.

Замечания по диссертационной работе

1. В таблице 1.3 работы говорится о прямом измерении электрической активности мозга, однако этот метод регистрации данных подразумевает непосредственное вживление электродов в мозг. Для людей такие методы на данный момент используются крайне редко и по строго медицинским показаниям. Представить оператора опасного производства с тяжелой неврологической патологией, требующей вживления электродов в мозг, затруднительно.

2. В 4 главе не приводятся результаты по распознаванию ПФС у мужчин и женщин отдельно. Температура тела женщин в норме отличается от температуры тела мужчин. Базальная температура тела женщины при овуляции достигает 37-37,2 градусов и сохраняется на таком уровне в течение следующих 12-16 дней. Этот фактор может влиять на возможность определения ПФС.

3. Не описано влияние на термограмму лица и шеи маскирующих воздействий (например, наличие на поверхности кожи макияжа, бороды, мазей, кремов и др.)

4. В тексте диссертации не описана работа с шумами и артефактами появляющимися на термограмме. Насколько алгоритм СНС устойчиво справляется с подобными помехами?

5. В работе недостаточно четкое обоснование относительно выбора в качестве математического аппарата сверточных нейронных сетей. Не приводится исчерпывающих аргументов о том, почему решено использовать данный аппарат, а не другие методы анализа, в частности, на базе вейвлет-преобразований.

Заключение

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки представленной работы, которая соответствует паспорту специальности 05.13.01 по следующим пунктам:

п.1 Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.2 Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.3 Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.4 Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

п.5 Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Диссертация Жумажановой Самал Сагидулловны на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям и критериям, изложенным в п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, содержит решение задачи распознавания психофизиологического состояния субъектов-операторов по термограммам лица и шеи на базе нейробайесовского алгоритма, имеющей существенное значение для многих отраслей, в которых большая доля

управления важными объектами принадлежит человеку: транспорт, производство, АСУ ТП и др.

Автор диссертации – Жумажанова Самал Сагидуллоевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные и технические системы).

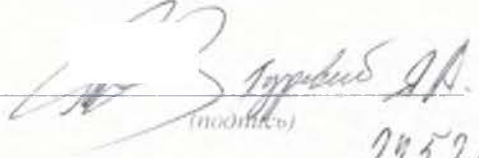
Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент

Туровский Ярослав Александрович,

заведующий лабораторией медицинской кибернетики, доцент кафедры цифровых технологий факультета компьютерных наук

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет»


(подпись) 24.5.21

Докторская диссертация защищена по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии)

Адрес места основной работы: 394018, Россия, Воронежская область, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

Рабочий телефон: +7 (473) 220-83-84

Адрес эл. почты: yaroslav_turovsk@mail.ru

