

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Студентки 4 курса 4021 группы

направления 03.03.02 «Физика», профиль «Компьютерные технологии в
медицинской физике»

код и наименование направления

института физики

наименование факультета, института

Барковой Есении Александровны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

К.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

А.Э. Постельга

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание



подпись, дата

13.06.23

А.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Саратов 2023 г.

Введение

В свете существующих проблем психического и эмоционального благополучия, важность разработки эффективных методов оценки и диагностики психоэмоционального состояния человека становится все более очевидной. Однако, существующие методы оценки и диагностики имеют определенные ограничения, что требует поиска новых подходов и инструментов.

Искусственные нейронные сети представляют собой современную технологию, основанную на развитии искусственного интеллекта и машинного обучения. Они обладают потенциалом стать перспективным инструментом для оценки психоэмоционального состояния, предоставляя новые возможности и способы диагностики. Благодаря своей способности обнаруживать скрытые закономерности и изменения в данных, а также обработке больших объемов информации, искусственные нейронные сети могут обеспечить более точные и надежные результаты. И хотя алгоритмы искусственных нейронных сетей все еще нельзя назвать совершенными, они успели произвести революцию в сфере охраны психического здоровья, оказав глубокое влияние на подходы к диагностике и лечению психических расстройств [1, 2, 3, 4, 5].

Актуальность работы связана с необходимостью разработки методики оценки психоэмоционального состояния и проверки возможности использования искусственных нейронных сетей для анализа этих состояний. Предлагаемая методика обещает достичь более объективных и точных результатов, а также эффективно прогнозировать и выявлять факторы, влияющие на психоэмоциональное состояние. Применение такой методики имеет большое значение в медицине, психологии, бизнесе и личном благополучии, где точная оценка психоэмоционального состояния играет важную роль.

Таким образом, разработка этой методики представляет собой инновационное исследование, способное существенно расширить наше понимание психического здоровья и эмоционального благополучия человека.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка используемых источников и приложения.

В первом разделе проводится критический анализ текущего состояния исследований в данной области. Рассмотрены общие положения и принципы работы искусственных нейронных сетей, различные типы нейронных сетей и их применение в психологии. Представлена общая информация о методах изучения и оценки психических состояний, а также проведенные ранее исследования в этой области.

Второй раздел содержит описание методологии и проведенного эксперимента. В нём рассматривается выборка и процедура сбора экспериментальных данных, применение математических методов для их анализа, а также обоснование выбора параметров искусственных нейронных сетей. Важной частью раздела является описание разработанных нейронных сетей и их эффективности.

Третий раздел посвящен анализу полученных результатов и их обсуждению. Мы обсудим соответствие результатов поставленной гипотезе и цели исследования и также рассмотрим преимущества и ограничения применения алгоритмов искусственных нейронных сетей для диагностики психоэмоционального состояния.

Цель работы: показать возможность применения искусственных нейронных сетей для диагностики психоэмоционального состояния и анализа изменений в нём.

1. Критический анализ текущего состояния исследований

1.1 Общее представление об искусственных нейронных сетях

Искусственные нейронные сети (ИНС) — это математические модели, которые имитируют работу человеческого мозга и способные к обучению [6]. Они состоят из нейронов, которые обрабатывают входные данные и передают их дальше по сети. Каждый нейрон имеет определенный вес, который определяет его вклад в обработку информации [7].

Обучение искусственных нейронных сетей заключается в процессе

передачи данных через сеть и настройке ее параметров для достижения желаемого результата. В начале обучения сеть инициализируется случайными значениями весов, а затем на основе пар входных данных и соответствующих им выходных значений происходит корректировка весов, чтобы сеть могла правильно предсказывать выходные значения. Этот процесс повторяется множество раз с использованием алгоритмов оптимизации, чтобы минимизировать ошибку предсказания и улучшить производительность сети. В результате обучения нейронная сеть становится способной к адаптации к новым данным и принятию решений на основе полученного опыта [8]. Искусственные нейронные сети предлагают широкий спектр применений, включая классификацию, регрессию, кластеризацию, распознавание образов и другие задачи [9].

1.2 Методы изучения и оценки психических состояний

В рамках изучения психических состояний, основная задача психологии заключается в разработке и применении методов, которые позволяют оценить и понять эти состояния. В этом пункте мы рассмотрим основные методы изучения и оценки психических состояний, а также обратим внимание на их недостатки. Это позволит нам получить полное представление о сложностях и вызовах, с которыми сталкиваются исследователи в этой области. Раскрытие недостатков данных методов поможет нам лучше понять потенциальные ограничения и искать новые подходы для более точной и всесторонней оценки психических состояний.

Н. Д. Левитов отмечает, что для изучения психических состояний необходимо использовать различные методы:

1. Наблюдение за внешними проявлениями состояния, включая фото- и видеосъемку;
2. Эксперимент в естественных или лабораторных условиях;
3. Беседа, самонаблюдение и самоотчет;

4. Изучение продуктов деятельности, которые могут указывать на состояния, испытываемые человеком в процессе их создания [19].

Выбор метода зависит от конкретного психического состояния. Например, стресс или утомление эффективно оцениваются с помощью экспериментальных объективных методов, в то время как состояния внутреннего конфликта или творческого вдохновения труднее поддаются экспериментальному изучению. Важно использовать разнообразные методы, которые дополняют и контролируют друг друга [20].

1.3 Ранее проведенные исследования в данной области

В ходе выполнения работы нас заинтересовало исследование, опубликованное в научном журнале «SCIENCE ADVANCES» в 2021 году [24]. В рамках исследования, французские ученые обратили внимание на феномен гипнагогии, состояния, возникающего в первой фазе сна или при медленном движении глаз. Гипнагогия — это состояние, которое возникает в промежутке между сном и полным бодрствованием, характеризующееся возможностью появления различных галлюцинаций, включая слуховые, зрительные, тактильные и логические [25].

2. Методология и описание эксперимента

2.1 Описание методики исследования

Предлагаемая методика на основе алгоритмов нейронных сетей для диагностики психоэмоционального состояния включает несколько этапов.

На первом этапе проводится сбор и обработка данных о психоэмоциональном состоянии. Мы подготовили контрольную группу испытуемых, которые согласны принять участие в исследовании. Группа включает участников разного пола в возрасте от 18 до 30 лет. Такой подход позволяет учесть возможные различия в психоэмоциональном состоянии в зависимости от пола и возраста. Определение разнообразных факторов, включая пол и возраст, поможет более полно и точно анализировать данные и

извлекать закономерности в психоэмоциональных реакциях участников.

Затем мы разработали протокол сбора данных, который включает различные функциональные пробы для отслеживания изменений в психоэмоциональном состоянии испытуемых.

На втором этапе нашей методики мы применяем математические методы для анализа данных и проверяем их применимость в диагностике психоэмоционального состояния. Для этого мы используем метод Колмогорова-Смирнова и тест Шапиро-Уилка.

Метод Колмогорова-Смирнова используется для проверки на нормальность распределения количественных данных в нашей выборке. Он позволяет оценить, насколько эти данные соответствуют нормальному распределению. Мы применяем данный метод, чтобы определить, насколько распределение психоэмоциональных данных близко к нормальному и как это может повлиять на результаты диагностики [26].

Тест Шапиро-Уилка также используется для проверки нормальности распределения. Он позволяет определить, насколько выборка соответствует нормальному распределению, основываясь на нулевой гипотезе о нормальности данных. Применение этого теста дает нам дополнительную информацию о природе распределения данных и его соответствии нормальному распределению [27].

Этот этап направлен на проверку и оценку пригодности традиционных математических методов, таких как метод Колмогорова-Смирнова и тест Шапиро-Уилка, в контексте диагностики психоэмоционального состояния. Мы исследуем, насколько эти методы могут быть применимы для анализа собранных данных и как они могут помочь нам в получении дополнительной информации о состоянии испытуемых.

На заключительном этапе нашей методики мы проводим сравнение результатов и оценку эффективности нейронной сети.

Заключительный этап нашей методики позволяет оценить эффективность и применимость искусственных нейронных сетей в диагностике

психоэмоционального состояния. Это поможет нам понять, насколько нейронные сети могут быть полезными инструментами в данной области и какие преимущества они предоставляют по сравнению с традиционными методами анализа данных.

2.2 Применение математических методов для анализа данных

После сбора данных, мы приступили к анализу количественных оценок с использованием методов Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка, которые используются для анализа статистической значимости и нормальности распределения данных. В нашем случае, мы применяли эти методы для анализа псевдослучайных последовательностей, отражающие изменение психоэмоционального состояния участников до и после функциональной пробы.

После вывода результатов, мы построили таблицу, в которой первый столбец содержит номер испытуемого, второй столбец - значение статистики до функциональной пробы, третий столбец - значение статистики после функциональной пробы. На основании этой таблицы мы создали гистограмму, которая визуализирует результаты анализа.

Используя метод Колмогорова-Смирнова, мы можем получить информацию о том, является ли распределение данных нормальным или равномерным. Однако, в данном случае результаты анализа методом Колмогорова-Смирнова не позволяют сделать выводы о связи данных с психоэмоциональным состоянием участников. Другими словами, мы не обнаружили статистически значимой связи между значениями в количественной оценке и психоэмоциональным состоянием участников.

3. Результаты экспериментального исследования и обсуждение

3.1 Анализ полученных результатов с использованием разработанных нейронных сетей и оценка их эффективности

На гистограмме представлены результаты точности предсказания значений до и после проведения функциональной пробы. Синие столбцы отображают точность прогнозов до пробы, а оранжевые – после.

Таким образом, гистограмма позволяет наглядно увидеть и проанализировать изменения в точности предсказания до и после проведения функциональной пробы, а также отследить изменения в психоэмоциональном состоянии участников.

Теперь мы проанализируем полученные результаты сверточной нейросети. Процесс анализа начался с загрузки видеофайла в нейронную сеть. Затем, с помощью каскада Хаара, нейросеть определила положение лица на видео и начала распознавать эмоции, выраженные на лице участника. Анализируя видеофайл, мы заметили, что эмоция участника менялась от отрицательной (испуг или страх) до нейтральной.

Заключение

В результате проведенного исследования были успешно достигнуты все поставленные задачи. Мы провели критический анализ текущего состояния исследований в области диагностики психоэмоционального состояния и выявили ограничения традиционных методов оценки психических состояний. Кроме того, мы изучили различные типы нейронных сетей и определили наиболее полезные для нашего исследования.

Полученные результаты имеют практическое значение и могут быть применены в различных областях, включая психологию, медицину и управление стрессом. Разработанная методика может помочь в раннем выявлении психоэмоциональных проблем у людей и разработке индивидуальных психологических подходов. Например, она может быть использована для скрининга психического здоровья, оценки эффективности психотерапевтического вмешательства или адаптации программ управления стрессом.

СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Bedi G., Carrillo F., Cecchi G.A., Slezak D.F., Sigman M., Mota N.B. et al. Automated analysis of free speech predicts psychosis onset in high-risk youths // NPJ Schizophr. 2015. N 1. P 15030.
2. Bzdok D., Meyer-Lindenberg A. Machine learning for precision psychiatry: opportunities and challenges // Biol. Psychiatry Cogn. Neurosci. Neuroimaging. 2018. Vol 3. N 3. P. 223–230.
3. Cearns M., Hahn T., Baune B.T. Recommendations and future directions for supervised machine learning in psychiatry // Transl. Psychiatry. 2019. Vol 9. N 1. P 271.
4. D'Alfonso S., Santesteban-Echarri O., Rice S., Wadley G., Lederman R., Miles C. et al. Artificial intelligence-assisted online social therapy for youth mental health // Front Psychol. 2017. N 8. P. 796.
5. Durstewitz D., Koppe G., Meyer-Lindenberg A. Deep neural networks in psychiatry // Molecular Psychiatry. 2019. Vol 24. N 11. P 1583–1598.
6. <https://moluch.ru/archive/347/78177/>
7. <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskaya-model-neyrona-i-vozmozhnosti-ego-tehnicheskoy-realizatsiii-1>
8. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-metodov-obucheniya-glubokih-neyronnyh-setey>
9. Люггер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 864 с.
10. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-na-osnove-iskusstvennyh-neyronnyh-setey-kak-metod-issledovaniya-v-psihologicheskoy-nauke>
11. Elman J.L. Finding structure in time // Cognitive science, 1990. Vol. 14, no. 2. P. 179 – 211.
12. Lai S., Xu L., Liu K., Zhao J. Recurrent Convolutional Neural Networks for Text Classification. // AAAI, 2015. P. 2267 – 2273.

13. Дели А.Г. Классификация видео контента с помощью сверточных нейронных сетей / А.Г. Дели // E-Scio.— 2022.— № 5.— С. 3–14.
14. Астапов Р.Л., Дубатов Р.С. Классификация текстов с помощью сверточных нейронных сетей / Р.Л. Астапов, Р.С. Дубатов // Вестник науки.— 2020.— № 8.— С. 53–57.
15. Mieloszyk R.J., Bhargava P. Convolutional Neural Networks: The Possibilities are Almost Endless // Curr. Probl. Diagn. Radiology. 2018. Vol 47. N 3. P. 129–130.
16. Кочнев А. А. Использование сверточной нейронной сети в сфере психологии потребления // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и Технические Науки. -2022. - № 11. -С. 100-103 DOI 10.37882/2223-2966.2022.11.13
17. Jianlong Wu, Weiwei Zhang, Minghui Wu, Guohua Cui, Xiaolan Wang, Jun Gong, "Distributed Multi-Attention Generative Adversarial Network for Surrounding Vehicles Trajectories Prediction Based On Comprehensive Social Repulsion", IEEE Access, vol.10, pp.125254-125263, 2022.
18. <https://cyberleninka.ru/article/n/generativno-sostyazatelnye-neyronnye-seti-v-zadachah-opredeleniya-trendov>
19. Левитов Н. Д. О психических состояниях человека. М., 1964
20. Левитов Н. Д. Проблемы методов изучения психических состояний // Материалы IV Всесоюз. съезда об-ва психологов (Тбилиси, 21–24 июня 1971 г.). Тбилиси, 1971. С. 422–423
21. Сосновикова Ю. Е. Психические состояния человека, их классификация и диагностика. Горький, 1975.
22. Носкова О. Г. Психология труда. М., 2008
23. Практикум по психологии состояний / под ред. проф. А. О. Прохорова. СПб., 2004
24. Lacaux C, Andrillon T, Bastoul C, Idir Y, Fonteix-Galet A, Arnulf I, Oudiette D. Sleep onset is a creative sweet spot. Sci Adv. 2021 Dec 10;7(50):eabj5866.

doi: 10.1126/sciadv.abj5866. Epub 2021 Dec 8. PMID: 34878849; PMCID: PMC8654287.

25. Ю. Е. Капутин О некоторых важных, но малоизученных наукой состояниях организма и сознания человека. Сон и Любовь. — М.: «Издание книг ком», 2021. — 224 с., илл.
26. Акимова Г. П., Пашкина Е. В., Соловьев А. В. Методологический подход к оценке качества случайных чисел и последовательностей //Труды И С А Р А Н. — 2008. — Т. 38. — С. 156-167.
27. Кушнер А. В. Обработка экспериментальных данных. — 2018.
28. Джон Гриндер, Кармен Бостик Сент-Клер Шепот на ветру. Новый код Н Л П. С Пб: Прайм-Еврознак. 2007. 445 с
29. <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogomernaya-iskusstvennaya-neyronnaya-sigma-pi-set-i-algoritm-ee-obucheniya>
30. <https://www.kaggle.com/datasets/msambare/fer2013>
31. <https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-lits-s-ispolzovaniem-kaskadov-haara>

