

УДК 004.5

МЕТОД АНАЛИЗА ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЭЭГ

Рыженко А.С. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Штенников Д.Г.
(Университет ИТМО)

Введение. Использование автоматического распознавания эмоций с помощью компьютеров имеет большой потенциал в различных системах, включая образование (оценка обучаемости у студентов), маркетинг (оценка обратной связи с клиентами) и мониторинг психического здоровья (корректировка эмоциональных состояний пациентов) [1]. Обычно для идентификации эмоций используют речевые паттерны, выражения лиц и жесты тела. Однако все это легко подделать, в отличие от биометрических показателей, которые возникают непроизвольно и сложно поддаются сознательному контролю. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) является одним из основных типов биоисигналов, используемых для идентификации эмоций ввиду высокой вариабельности и быстрой реакции на вызываемые стимулы, что позволяет использовать ее в режиме реального времени [2]. Немалое количество работ фокусируются на классификации эмоций по готовым наборам данных (DEAP, DAPS, DREAMER) и разработке как можно более эффективных алгоритмов. Однако они недостаточно учитывают распределение ЭЭГ сигналов в различных областях головного мозга. Это создает проблемы, например, в выборе каналов для анализа эмоций.

Основная часть. Цель работы состоит в подборе оптимального количества каналов для эффективного выявления эмоционального состояния. Для проведения исследования и вызова определенных целевых эмоций использованы отрывки из базы данных фильмов [3]. Было выбрано пять основных эмоций: радость, удивление, грусть, спокойствие и отвращение, которые наблюдались наиболее интенсивно в соответствующих фильмах из взятой базы. Эксперимент был проведен на 20 респондентах мужского пола. Запись ЭЭГ во время просмотра каждого фильма была выполнена с использованием оборудования OpenBCI с частотой дискретизации 250 Гц. Порядок показа фильмов был случаен. Монтаж электродов проводился в соответствии со стандартной системой 10-20. После сбора данных, дальнейший этап состоял из чтения и препроцессинга данных, который включал следующие шаги: фильтрация данных для удаления шумов и артефактов, разделение сигнала на периоды, разметка классов для каждого периода с целью ассоциации с определенными эмоциями, расчет весов. Дополнительно отбирались специфические каналы с учетом известных данных о топографии мозга [4]. Итого было получено 3 выборки, содержащие 8-, 4- и 2- канальные данные, которые затем сравнивались попарно. В качестве алгоритма классификации была использована свёрточная нейронная сеть. Дополнительно была проведена оценка производительности модели k-fold кросс-валидацией (метрика качества – ассигасу). Для поиска различий между выборками был применен тест Уилкоксона. Полученные значения *p-value* были пересчитаны с учетом поправки на множественное сравнение методом Холма-Бонферонни. Результаты теста показали статистически значимые различия (уровень значимости $\alpha = 5\%$) между точностью классификации на основе 8-2 канальных и 4-2 канальных данных: $W = 210$, $z = 3.911$, $p\text{-value} = 9.21E-05$ при двусторонней проверке с поправкой на непрерывность. Тогда как различий между 8-4 каналами не было обнаружено ($p\text{-value} = 0.0581$). Последним шагом были проанализирован подход других авторов к выбору каналов. На основе исследованных работ, обнаружено, что немалое количество авторов отбирают от 4 до 10 репрезентативных каналов для анализа. За редким исключением их может быть 1-2. Учитывая, что наши результаты также не обнаружили статистически значимых различий между 8-4 канальными данными, и опираясь на предыдущие исследования, мы считаем, что в этом диапазоне и находится оптимальное число для анализа.

Выводы. В ходе работы был проведен сравнительный анализ между точностью классификации на основе разного числа каналов. На основании полученных результатов и данных других авторов обнаружено, что оптимальное число каналов для классификации эмоционального состояния на основе ЭЭГ находится в диапазоне 4-8. Это позволяет не только достичь высокой точности, но и избежать практических ограничений, связанных с использованием большого количества каналов. Наши результаты предлагают возможность для разработки новых и эффективных алгоритмов, а также коммерческих нейроинтерфейсов, учитывая, что использование ограниченного числа каналов снижает длительность настройки эксперимента, уменьшает дискомфорт испытуемых и снижает вычислительную сложность [5].

Список использованных источников:

1. Zhang J., Yin Z., Chen P., Nichele S. Emotion recognition using multi-modal data and machine learning techniques: A tutorial and review // *Information Fusion*. – 2020. – Т. 59. – С. 103-126.
2. Nakisa B., Rastgoo M. N., Tjondronegoro D., Chandran V. Evolutionary computation algorithms for feature selection of EEG-based emotion recognition using mobile sensors // *Expert Systems with Applications*. – 2018. – Т. 93. – С. 143-155.
3. Gabert-Quillen C. A., Bartolini E. E., Abravanel B. T., Sanislow C. A. Ratings for emotion film clips // *Behav Res Methods*. – 2015. – Т. 47, № 3. – С. 773-87.
4. Al-Qazzaz N. K., Sabir M. K., Ali S., Ahmad S. A., Grammer K. Electroencephalogram Profiles for Emotion Identification over the Brain Regions Using Spectral, Entropy and Temporal Biomarkers // *Sensors (Basel)*. – 2019. – Т. 20, № 1.
5. Athavipach C., Pan-Ngum S., Israsena P. A Wearable In-Ear EEG Device for Emotion Monitoring // *Sensors (Basel)*. – 2019. – Т. 19, № 18.