

УДК 004.89

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИГНАЛА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКОГО КАНАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Якубицкий В.Р.

(ИТМО)

Научный руководитель – к.м.н., доцент Билый А.М.

(ИТМО)

Введение. Большинство методов, используемых в области нейротехнологий, базируются на сигналах, получаемых с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ), в том числе и модели нейронных сетей. Однако такие модели накладывают жесткие ограничения в размерности интерпретируемых данных, например, в количестве каналов и размере временного окна. В связи с недостатками поверхностной ЭЭГ сигналы некоторых каналов становятся непригодными для использования. Ранее уже были предложены модели, которые генерируют ЭЭГ сигнал нескольких каналов на основе шума, используя модель генеративно-состязательной сети (GAN), которая широко применяется в различных областях [2]. В данном исследовании предлагается модель, которая расширяет эту концепцию и направлена на устранение недостатков путем восстановления сигнала отсутствующего или поврежденного канала на основе сигналов ближайших каналов. Таким же образом модель может создавать "виртуальные" каналы ЭЭГ для дальнейшего практического применения [3].

Основная часть. Для выполнения обучения предложенной модели было использовано несколько наборов данных, собранных сторонними исследователями с целью решения различных прикладных задач, таких как анализ состояния человека при прослушивании музыки, при выполнении задач или при ходьбе. Эти наборы данных были специально собраны для выявления специфических зависимостей между каналами вне зависимости от прикладной цели. Сигналы прошли предварительную обработку с использованием пакета MNE для языка программирования Python. Предварительная обработка включала применение фильтра для удаления электрического шума и пропускание частот в диапазоне от 0,4 Гц до 40 Гц. Рассматриваемая модель также сравнивалась с алгоритмом интерполяции на основе сферических сплайнов, предоставляемым пакетом MNE [1].

Для построения модели была использована библиотека PyTorch на языке Python. В данной модели было разработано несколько слоев, специально адаптированных для данного исследования с целью преодоления проблемы переобучения. Например, было применено зануление каналов для увеличения способности модели к обобщению.

Кроме того, была построена корреляционная матрица каналов с целью выявления тех каналов, которые оказали наибольший вклад в восстановление недостающей информации.

Выводы. В рамках данного исследования была построена модель для восстановления поврежденного или недостающего электроэнцефалографического сигнала, подобраны параметры для эффективного обучения модели, а также было произведено сравнение с одним из методов интерполяции.

Список использованных источников:

1. Habashi A.G., Azab A.M., Eldawlatly S. et al. Generative adversarial networks in EEG analysis: an overview. DOI 10.1186/S12984-023-01169-W // Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. – 2023 – Vol. 20 – P. 40. – ISSN 1743-0003 (online). URL: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-023-01169-w>.
2. Liu R., Wang Z., Qiu J. et al. Assigning channel weights using an attention mechanism: an EEG interpolation algorithm. DOI 10.3389/FNINS.2023.1251677 // Frontiers in neuroscience. – 2023 – Vol. 17 – ISSN 1662-453X (online). URL: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2023.1251677>.

3. Perrin F., Pernier J., Bertrand O. et al. Spherical splines for scalp potential and current density mapping. DOI 10.1016/0013-4694(89)90180-6 // *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. – 1989 – Vol. 72 – P. 184-187. – ISSN 0013-4694 (online). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0013469489901806>.