

Восстановление функциональных групп головного мозга с помощью графовых диффузионных моделей

А. М. Астахов, С. К. Панченко, В. В. Стрижов
Московский физико-технический институт (национальный
исследовательский университет)
astakhov.am@phystech.edu, panchenko.sk@phystech.edu,
strijov@phystech.edu

Современные методы анализа электроэнцефалографии (ЭЭГ) позволяют решать широкий круг задач, включая определение когнитивных и эмоциональных состояний человека. Однако высокая межсубъектная и внутрисубъектная вариативность, а также низкое отношение сигнал/шум затрудняют создание устойчивых и обобщаемых моделей. Для повышения точности классификации эмоций по ЭЭГ предлагается использовать структуру графов, отражающих функциональные связи между зонами мозга.

В данной работе ЭЭГ сигнал преобразуется в динамический граф, где вершины соответствуют электродам, а рёбра — связности между ними. Связи восстанавливаются на основе фазовой синхронизации и линейной корреляции между парами каналов в различных частотных диапазонах (альфа, бета, тета и дельта ритмы). Для выделения информативных признаков используется дифференциальная энтропия временных окон сигнала, вычисляемая отдельно для каждого диапазона. Этот набор признаков инвариантен к амплитудным смещениям и обладает высокой чувствительностью к изменению когнитивного состояния.

Графовые структуры подаются на вход модели диффузионной графовой рекуррентной сети (DCGRU) [1], которая сочетает в себе свойства рекуррентной нейросети (учёт временной динамики) и графовой свёртки (учёт топологии сигнала). Диффузионная модель обеспечивает распространение информации по рёбрам графа с затухающим влиянием на удалённые вершины. Обучение модели производится на размеченных данных.

Эксперименты проводились на открытом датасете SEED IV, содержащем записи ЭЭГ при просмотре эмоциональных видеороликов. Предварительная обработка включала фильтрацию и нормализацию сигналов.

Предлагаемый метод может быть использован в задачах нейроинтерфейсов, мониторинга психоэмоционального состояния, а также для исследования межобластных взаимодействий в мозге.

Список литературы

- [1] Li Y., Yu R., Shahabi C., Liu Y. *Diffusion Convolutional Recurrent Neural Network: Data-Driven Traffic Forecasting* // Proc. of ICLR. 2018.