

Классификация моторных воображаемых движений с помощью глубоких сверточных нейронных сетей.

Мрыхин З. В. (СПБПУ)

Научный руководитель – старший преподаватель Журавская А. М. (СПБПУ)

Введение. Сигнал электроэнцефалограммы (ЭЭГ), полученный при помощи неинвазивных электродов, размещенных на поверхности кожи головы человека, можно использовать для различных задач, в частности для классификации воображаемых движений, которые впоследствии можно использовать как управляющие сигналы в различных системах. Интерфейсы мозг-компьютер позволяют управлять устройствами бесконтактно, минуя нервно-мышечные пути. Данный вид управления может быть интересен как здоровым пользователям для расширения пользовательского опыта, так и людям с ограниченными возможностями, например, парализованным, для управления инвалидными колясками или роботами или другими ассистивными технологиями. В данной работе решается задача распознавания 6 классов состояний, пять из которых моторные воображаемые движения. Используемые алгоритмы – это оконное Фурье и вейвлет Морле преобразования и сверточная полносвязная нейронная сеть.

Основная часть. Поставленная задача заключается в обучении и замере итогового качества модели на отложенной выборке для случаев классификации между субъектами (одна модель для различных людей в различные сессии) и отдельно для каждого субъекта. Для этих целей был использован набор данных [1]. Используемая парадигма – NaLT, она заключается в том, что субъект воображает одно из пяти возможных движений или бездействует в течение одной секунды. Электроды располагаются по международной системе 10-20. Данные активности головного мозга записывались на 22 каналах (19 основных и 3 вспомогательных). Набор данных был обработан, нормализован и разделен на тренировочную, валидационную и тестовую выборки в соотношении 80:10:10. Сначала модель обучалась на всех данных (то есть в ней были данные ЭЭГ разных пользователей), а затем модель дообучалась под каждого пользователя в отдельности. Как и в работе [2] были использованы оконное Фурье и вейвлет Морле преобразования, которые переводят сигнал из временной области в частотно-временную область, то есть из сигнала извлекается информация об изменении частоты сигнала в течение времени. Выделенные таким образом признаки (это относится к вейвлет Морле преобразованию) имеют большую размерность, и для её уменьшения, а также для выделения дополнительной информации использовались сверточные слои. Для выделенных на основе различных частотных преобразований признаков конструировались различные сверточные сети, исходя из предположения о лучшей адаптируемости сетей для различных данных. Выходы сверточных сетей конкатенировались и подавались на вход полносвязной сети, которая, наконец, выдавала числа, интерпретируемые как вероятности классов. В качестве ответа модели бралось максимальное из выходных чисел. Для борьбы с переобучением в процессе обучения использовались техника dropout и elastic-net регуляризация, а также уменьшение количества параметров модели без существенной потери качества на валидационной выборке.

Выводы. В результате проделанной работы удалось достичь качества метрики доли верных ответов $accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \approx 0.62$ на отложенной (тестовой) выборке в случае классификации между различными субъектами. В случае классификации для каждого субъекта в отдельности усреднённая между 12 людьми доля верных ответов получилась ≈ 0.69 , медианная при этом составила ≈ 0.75 . Видно, что доля верных ответов очень сильно зависит от конкретного человека.

Список используемых источников:

1. Murat Kaya, Mustafa Kemal Binli, Erkan Ozbay, Hilmi Yanar & Yuriy Mishchenko. Data Descriptor: A large electroencephalographic motor imagery dataset for electroencephalographic brain computer interfaces — Mersin University, Mersin, Turkey. Izmir University of Economics, Izmir, Turkey, 2018. — 16 с.
2. Xiongliang Xiao and Yuee Fang – Motor Imagery EEG Signal Recognition Using Deep Convolution Neural Network – College of Electronic Science and Engineering, Hunan University of Information Technology, Changsha, China and College of Electric Power Engineering, Hunan Polytechnic of Water Resources and Electric Power, Changsha, China – 2021. – 15с.
3. Николаенко, А. Кадурин, Е. Архангельская – Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей, 2017. – 481 с.
4. Fabien Lotte, Laurent Bougrain, Andrzej Cichocki, Maureen Clerc – A Review of Classification Algorithms for EEG-based Brain-Computer Interfaces: A 10-year Update. – National Institute for Research in Computer Science and Control, Le Chesnay, France, University of Lorraine, Systems Research Institute Polish Academy of Science. – 2018 – 56 с.