

Применение метода непрерывной классификации в нейросетевых архитектурах для управления протезами верхних конечностей

Научный руководитель – Гончарова Александра Владимировна

Павлова Татьяна Дмитриевна

Студент (бакалавр)

Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Россия

E-mail: pavlova21053@yandex.ru

В настоящее время актуальной является разработка нейрорегулируемых интерфейсов. Нейроинтерфейсы нашли свое применение в бионических протезах конечностей. Бионическим называют высокотехнологичный протез, который управляется при помощи сигналов, представляющих собой импульсы, возникающие на остаточных мышцах культы.

Одним из способов считывания электрических импульсов, возникающих во время движения, является поверхностная электромиография (ЭМГ) [1]. Однако методу характерна сильная зашумленность сигнала, что негативно влияет на точность классификации, и следовательно, может привести к ошибкам управления протезом. Обычно применяют полосовые фильтры для удаления высокочастотных и низкочастотных шумов или вейвлет-фильтрацию для удаления артефактов, таких как электрический шум и помехи других источников [2].

Целью данной работы является разработка нейросетевого алгоритма формирования управляющего сигнала для бионических протезов верхних конечностей.

Для решения задачи классификации движений по ЭМГ всё чаще применяется классификация нейросетевыми методами [3]. Это связано с тем, что нейросетевые подходы способны обрабатывать нестационарные во времени сигналы ЭМГ.

Часто для работы с био-сигналами используются рекуррентные нейронные сети, так как они способны учитывать последовательность данных во времени и моделировать временные зависимости. Сверточные нейронные сети эффективно справляются с пространственными структурами данных, извлекая важные особенности ЭМГ-сигналов.

Нейросетевые архитектуры, основанные на гибридном сочетании сверточных и рекуррентных сетей представляют собой высокоэффективное решение для анализа ЭМГ-сигналов. Одной из таких архитектур является EMGHandNet [4]. Данная модель в качестве входных данных использует ЭМГ-сигналы, которые предварительно проходят фильтрацию и нормализацию, а далее подаются на сверточные слои. После данные попадают на рекуррентные слои, используемые для обработки временной динамики сигналов. В качестве выходных данных архитектура выдает предсказание в виде класса движения. Точность классификации данной модели, обученной на сигналах из открытой базы данных NinaPro, достигает 89.5 – 93.48 %.

Метод непрерывной классификации, основанный на разделении сигналов на мелкие временные окна, каждому из которых присваивается класс, а далее на основе большинства выбирается общий класс движения, позволяет использовать нейросетевые архитектуры в реальном времени, так как решение о движении принимается на основе текущего состояния сигнала. Применение такого типа классификации позволит учитывать краткосрочные изменения в характере сигнала ЭМГ, которые могут быть не заметны на более широких временных интервалах. Также метод непрерывной классификации позволяет снижать требования к вычислительным ресурсам, поскольку обработка происходит на меньших участках данных, что позволяет алгоритму быстрее адаптироваться к изменениям и принимать решения с минимальной задержкой.

Источники и литература

- 1) Гончарова А. В., Герасименко А. Ю. Исследование электромиографических сигналов пациентов в постинсультном состоянии для разработки алгоритма // Микроэлектроника и информатика-2023. – 2023. – С. 104-111.
- 2) Бонилья В. Ф. и др. Удаление шумов и помех из электромиографического сигнала с помощью вейвлет-преобразования // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2014. – №. 4. – С. 96-107.
- 3) Hartwell A., Kadiramanathan V., Anderson S. R. Compact deep neural networks for computationally efficient gesture classification from electromyography signals // 2018 7th IEEE international conference on biomedical robotics and biomechatronics (biorob). – IEEE, 2018. – P. 891-896.
- 4) Karnam N. K., Dubey S. R., Turlapaty A. C., Gokaraju B. EMGHandNet: A hybrid CNN and Bi-LSTM architecture for hand activity classification using surface EMG signals // Biocybernetics and biomedical engineering. – 2022. – Vol. 42. – N. 1. – P. 325-340.