

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ М'ЯЗОВОЇ АКТИВНОСТІ НА БАЗІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Гарасимчук І. Д., к.т.н., доц., e-mail: igorgarasymchuk@gmail.com

Хворостовський В. Г., асистент, e-mail: mnie@pdatu.edu.ua

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність дослідження полягає у розробці штучної нейронної мережі як системи аналізу електроміограми та дослідженні особливостей використання, можливих переваг та недоліків такої форми.

В роботі побудовано штучну нейронну мережу, що є об'єктом наукового дослідження.

Метою роботи є система аналізу біоелектросигналів.

Основні матеріали досліджень. Контроль ручних м'язів, як правило, виконується за рахунок невеликих розумових зусиль великою кількістю управляючих та зворотних сигналів, які зв'язують разом центральною нервову систему та м'язи [1]. М'язи, що контролюють руку, розташовані в проксимальних частинах руки, і вони мають довгі, іноді кілька сухожилів, що сплітаються в кілька вузлів, при цьому іноді вузол діє на кілька пальців. Таким чином, контроль рухів рук вимагає складного малюнка нейронної активації та гальмування кількох м'язів [2].

Під час виконання дослідження розглянуто ряд баз даних записів ЕМГ. В процесі розгляду різних баз даних були сформовані наступні критерії до обраної бази даних:

– в якості корисної інформації база даних має містити сигнал електроміограми кінцівки (руки або ноги);

– частота запису має бути не менше 1 кГц, так як відповідно до джерел [3] корисна інформація про скорочення м'язів знаходиться на частоті до 500 Гц, а за законом Найквіста частота дискретизації сигналу має щонайменше вдвічі перевищувати верхню частоту спектру корисного сигналу;

– база даних має містити кодовані стани, що відповідають тому чи іншому руху, інакше не маємо можливості навчити штучну нейронну мережу;

– чим більше обсяг бази даних, тим краще, не менше 15 записів довжиною не менше 30 секунд. Ця умова необхідна для забезпечення достатнього для навчання та тестування вибірки. Чим більша вибірка – тим вище якість навчання мережі.

Для навчання обрано базу даних відкритого доступу [4]. Цей набір даних містить дані поверхневої електроміографії верхніх кінцівок (SEMG), зібрані під час гібридного дослідження, що включало дворазове рандомізоване клінічне випробування (RCT) разом із додатковою групою порівняння спостережень. База даних зібрана на 60 здорових досліджуваних людях, віком 50-79 років, має 86 записів. 86 записів було розподілено на 2 групи по 43 записи, одна група – навчальна вибірка, друга група – тестова вибірка. При пропусканні вибірки через нейронну мережу в тестовому режимі не змінюються налаштування вагових коефіцієнтів всередині нейронної мережі.

В базі даних маємо 4 потоки даних з 4х пар електродів, знятих з 4х точок кріплення, як показано на рисунку 1. Частота – 1500 записів на секунду (1.5 кГц).

Всі чотири потоки даних мають загальний вигляд, представлений на рисунку 2. Спостерігаємо, набір кривих високої частоти. Також до бази даних маємо помітки в час з закодованими діями. Записи закодовані в файлі форматів *.edf [5]. Цей формат є типовим для записів ЕМГ, ЕКГ, ЕЕГ та інших медичних сигналів.

Якщо перевести в графічну форму кривої за допомогою спеціальних модулів, кодування даних матиме вигляд, як на рисунку 3. Описані стани, в залежності від величини, відповідають виконанні задач поворухнути пальцем (невеликі піки), або зжати всю руку (великі піки). Якщо говорити про опис кодованого сигналу, то згинання пальця позначається як «1», загинання долоні – «5». В якості виходу подається сума таких сигналів.

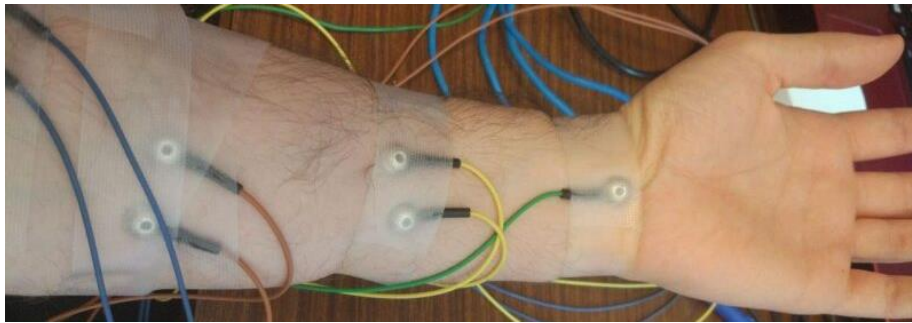


Рис. 1 – Кріплення електродів для ЕМГ

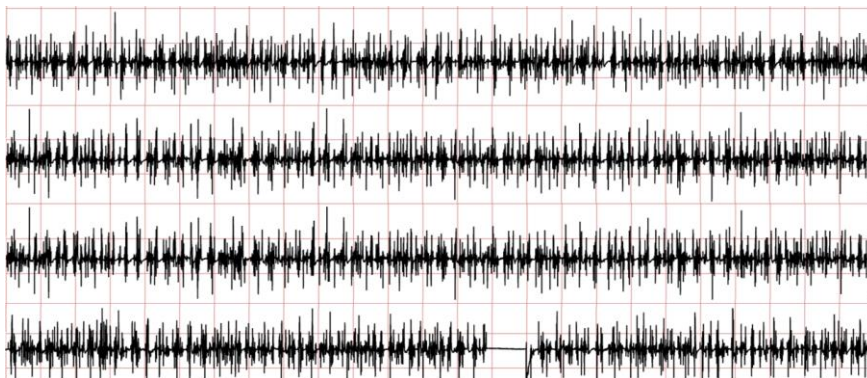


Рис. 2 – Потіки запис потоків даних в ЕМГ в інструменті PhysioNet

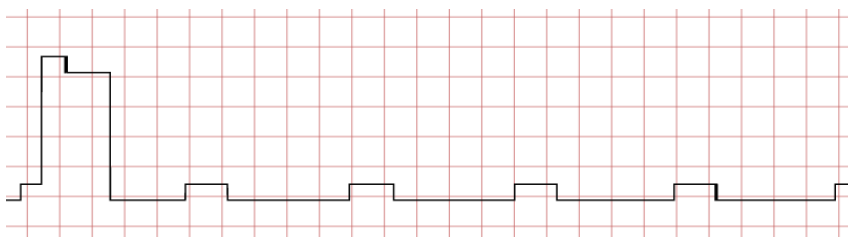


Рис. 3. – Крива опису станів міограми. Зображення в інструменті відображення фізіонет

Висновок. Поставлені вимоги та обрана відповідна база даних. База даних знаходиться у відкритому доступі та складається із записів поверхневих електроміограм, знятих з 4х електродів а також розшифровкирухів у відповідний часовий момент. База містить 86 записів, до вибірки увійшли здорові люди віком 50-70 років, довжина кожної знаходиться в межах 40-70 секунд, 1500 записів на секунду. 43 записи використані для тренування і 43 для подальшого тестування. Обсяг бази даних 8,11 Гб.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Malesevic N. A data base of multi-channel intramuscular electromyogram signals during isometric hand muscles contractions. / Nebojsa Malesevic. // Scientificdata. – 2020. – №7. – С. 1–12.
2. Van Gerven M., Bohte S. Artificial neural networks as models of neural information processing //Frontiers in Computational Neuroscience. – 2017. – Т. 11. – С. 114.
3. Tripathi M. Under fitting and Overfitting in Machine Learning [Електронний ресурс] / Mayank Tripathi // Data Science foundation. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://datascience.foundation/sciencewhitepaper/underfitting-and-overfitting-in-machine-learning>.
4. Kohonen T. Self-organization and associative memory. Series in Information Sciences / Kohonen. – Berlin: Springer-Verlag, 1984.
5. Brownlee J. Overfitting and Under fitting With Machine Learning Algorithms [Електронний ресурс] / Jason Brownlee // Machine Learning Mastery. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://machinelearningmastery.com/overfitting-and-underfitting-with-machine-learning-algorithms>.