

*Буржомов С.А.,
студент магистратуры
2 курс, факультет информатики
Самарский национальный исследовательский университет имени
академика С.П. Королева
Россия, г. Самара
Научный руководитель: Зеленко Л.С.*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
ПРЯМОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛА И КАСКАДНЫХ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАННЫХ
ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ**

***Аннотация:** Данная статья посвящена сравнению ошибок при работе нейронных сетей различной архитектуры, при обработке данных электромиографии (ЭМГ). Выбор архитектур нейронной сети необходим для улучшения качества работы системы управления протезом. В качестве критерия ошибки использовалось среднеквадратическое отклонение. В ходе работы была определена архитектура нейронной сети подходящей для задачи управления протезом.*

***Ключевые слова:** электромиография, нейронные сети.*

***Annotation:** This article topic is comparison of error of neural networks working on electromyography data. The choice of neural network architecture is important for improvement of quality of control system for prosthetic. Mean squared error is chosen as error value. In a result of this work neural network architecture was chosen to be used in the control system.*

***Key words:** electromyography, neural networks.*

Искусственные нейронные сети находят широкое применение в решении практических задач. Наиболее простыми являются нейронные сети прямого распространения сигнала. Они представимы в качестве графов без циклов из-за чего процесс их обучения и работы легко представим послойно. Каскадные нейронные сети – вариация сетей прямого распространения сигнала, главной особенностью которых является связь каждого следующего слоя со всеми предыдущими. Архитектуры данных сетей представлены на рисунке 1. Рассмотрение каскадных сетей в качестве вариантов систем управления протезом вызвано сообщениями об их эффективности [1,2].

В ходе работы были рассмотрены нейронные сети, прямого распространения сигнала состоящие из 2х слоев и каскадные сети с 1 скрытым слоем. Рассмотрены 3 структуры сетей:

- первый слой 9 второй слой 5;
- первый слой 5 второй слой 5;
- первый слой 3 второй слой 5.

В качестве данных для обработки, помимо исходных данных выборки использовались искаженные данные. Искажение данных осуществлялось 3 способами: добавлением шума, линейным преобразованием и возведением компонентов векторов выборки в квадрат. Результаты представлены в таблицах 1-4.

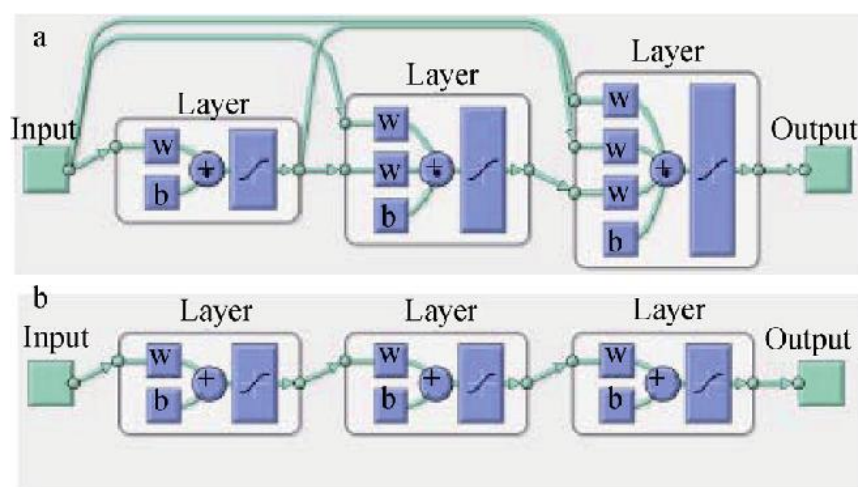


Рисунок 1. Архитектуры нейронных сетей [3]

Входными данными являлись показания электромиографии, а в качестве вектора выходных значения использовались степени сгиба пальцев. Размер выборки составил 300 элементов которые из которых для проверки работы использовалось 150, а остальные 150 использовались для обучения в пропорциях 50 векторов для обучения 100 для проверки при обучении.

Таблица 1.

Ошибки работы сетей над данными неискаженной проверочной выборки

Ошибка Работы сети Тип сети	структура	структура	структура
	1	2	3
Прямого распространения	0.1124	0.0990	0.1043
Каскадная нейронная сеть	0.1102	0.1050	0.1148

Таблица 2.

Ошибки работы нейронных сетей при изменении сигнала путем добавления шума

Ошибка Работы сети Тип сети	структура	структура	структура
	1	2	3
Прямого распространения	0.1698	0.2255	0.2479
Каскадная нейронная сеть	0.2551	0.2377	0.2317

Таблица 3.**Ошибки работы нейронных сетей при изменении сигнала путем линейного преобразования**

Ошибка Работы сети Тип сети	структура 1	структура 2	структура 3
Прямого распространения	0.1834	0.1513	0.1603
Каскадная нейронная сеть	0.2027	0.1686	0.1873

Таблица 4.**Ошибки работы нейронных сетей при изменении сигнала путем возведения в квадрат всех элементов**

Ошибка Работы сети Тип сети	структура 1	структура 2	структура 3
Прямого распространения	0.1834	0.1513	0.1603
Каскадная нейронная сеть	0.2027	0.1686	0.1873

Подводя итоги стоит отметить, что в отличие от рассмотренных работ, каскадные сети работали с большей ошибкой. Причины такого поведения необходимо установить. Возможные причины: Как можно заметить наилучшие результаты в среднем показывает сеть прямого распространения ошибки с 5 нейронами на внешнем слое.

Использованные источники:

1. Han-Jeong Hwang, Janne Mathias Hahne, Klaus-Robert Müller Real-time robustness evaluation of regression based myoelectric control against arm position change and donning/doffing/ Han-Jeong Hwang, Janne Mathias Hahne. DOI 10.1371/journal.pone.0186318[Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5667774/> (дата обращения: 12.02.2019).
2. Cascade Correlation Neural Networks// dtreg.com: [сайт]. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dtreg.com/solution/view/23> (дата обращения: 13.02.2019).
3. Srinivasu, Gangi Setti & N. Rao, R. (2013). Artificial neural network approach for prediction of stress–strain curve of near β titanium alloy// Rare Metals. 33. 249-257. 10.1007/s12598-013-0182-2. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/272015391_Artificial_neural_network_approach_for_prediction_of_stress-strain_curve_of_near_b_titanium_alloy (дата обращения: 28.05.2019).