

УДК 612.81:004.032.26

ОБРАБОТКА ДАННЫХ С ВОЛНОЙ P300 НЕЙРОСЕТЯМИ

ЖУРАВЛЁВ Д. В., РЕЗИНЧЕНКО А. А.

Воронежский государственный технический университет
(г. Воронеж, Российская Федерация)

E-mail: ddom1@yandex.ru, andrei.reznichenko2017@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен обзор нейросети предназначенной для обработки данных с волной P300. Рассматриваемая нейросеть имеет меньшую точность в сравнении с профессиональным оборудованием для регистрации данных ЭЭГ. Однако, она может быть использован в учебных целях.

Abstract. The article presents an overview of the neural network intended for data processing with the P300 wave. The considered has less in comparison with professional equipment for recording EEG data. However, it can be used for training.

Введение

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – это высокоточный способ диагностики функционального состояния головного мозга посредством измерения его биоэлектрической активности. Биоэлектрическая активность представляет собой разность потенциалов, которая генерируется в результате активации работы нейронов головного мозга. Запись ЭЭГ осуществляют за счёт расположения особым образом электродов электроэнцефалографа.

Описание работы НКИ

Важно правильно распознать сигналы электроэнцефалограммы. Для этих целей создаются специальные нейрокомпьютерные интерфейсы (НКИ). НКИ обеспечивает канал связи между пациентом и компьютером. НКИ - это компьютерная система, производящая обмен данными между головным мозгом и вычислительным устройством. К основным функциям НКИ можно отнести:

- предварительная обработка полученных данных
- классификация данных
- преобразование в команду
- осуществление двух сторонней связи с пользователем

На рис. 1 представлено описание работы НКИ.

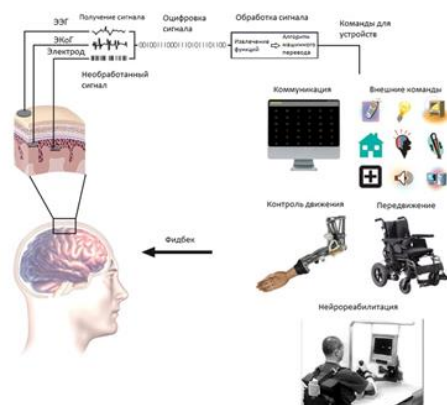


Рис. 1. Описание работы НКИ

В настоящее время, для совершенствования представления о когнитивных процессах, ведётся изучение потенциала, связанного с событием или волны P300. Волна P300 это электрофизическая реакция, возникающая в результате активации работы нейронов головного мозга. Эта реакция представляет собой положительный всплеск на ЭЭГ. Максимальное значение потенциала P300 достигается примерно через 300 мс после активации стимулирующего воздействия.

Обзор нейросети

В данной работе представлен обзор работы нейроинтерфейса Emotiv EPOC для регистрации и обработки данных с волной P300. Нейроинтерфейс Emotiv EPOC имеет 14 датчиков, которые считывают сигналы головного мозга. В процессе работы нейроинтерфейс регистрирует сигналы, как от мозга, так и от мышц. Сигналы от мышц сильнее, чем от мозга, поэтому их нужно отфильтровать. Чтобы это сделать, необходимо получить дополнительный сигнал оттуда, где имеется сигнал от мышц, но отсутствует сигнал от мозга. Это могут быть точки в височной или ушной области. Поскольку возможны два способа расположения опорных каналов, то необходимо добавить ещё четыре дополнительных датчика. Схема расположения датчиков представлена на рис. 2.

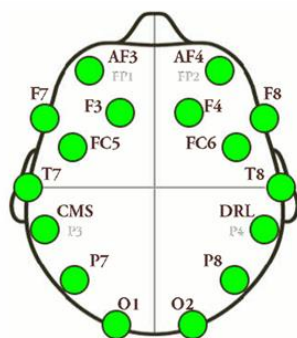


Рис. 2. Схема расположения электродов НКИ для снятия ЭЭГ

В табл. 1 представлены исходные данные для нейросети.

Таблица 1. Исходные данные для нейросети.

Параметр	Значение
Общее число каналов	14
Наименование каналов	AF ₃ , AF ₄ , F ₃ , F ₄ , F ₇ , F ₈ , FC ₅ , FC ₆ , P ₇ , P ₈ , T ₇ , T ₈ , O ₁ , O ₂
Тип дискредитации	Последовательный доступ, один АЦП
Частота дискредитации	128 Гц
Разрешение	16 бит
Пропускная способность	0.2-45 Гц
Динамичный диапазон	256 mVpp
Тип связи	По переменному току
Связь с компьютером	Проприетарный протокол, частота 2.4 ГГц
Тип батареи	Литий-ионный
Длительность работы с использованием батареи	12 ч

Как уже отмечалось ранее, волна P300 это отклик мозга на стимулирующее воздействие (рис. 3). P 300 это положительный всплеск с амплитудным значением 2-5 мкВ и временной задержкой примерно 300-600 мс с момента подачи стимулирующего воздействия. Измерение волны P300 происходит при расположении особым образом электродов в областях головы Fz,

Cz, Pz (рис. 4). Поскольку амплитудные значения сигнала отклика мозга на стимулирующее воздействие очень небольшие, то довольно часто этот сигнал не виден на записи ЭЭГ, так как он скрыт шумом. Поэтому, для его обнаружения нужно найти средние значения сегментов сигнала каждого отклика мозга на стимулирующее воздействие. Эти средние значения называются эпохой. Для получения среднего значения необходимо несколько раз повторить эксперимент.

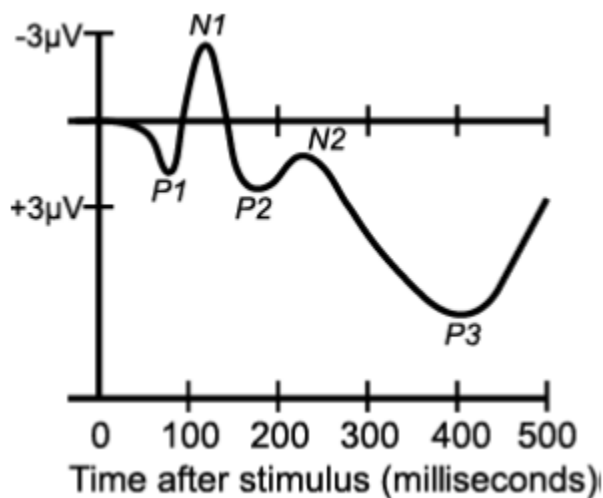


Рис.3. Компоненты волны P300

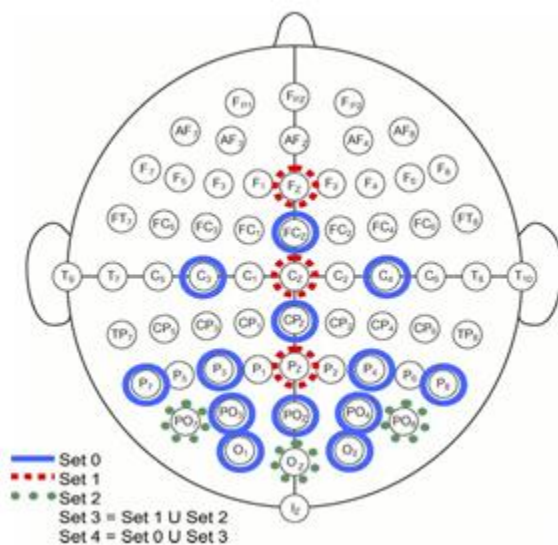


Рис. 4. Схема расположения электродов на голове

Эксперимент

Эксперимент проводился по следующей схеме. Для получения волны P300 использовалась программа OpenVibe. Длительность стимулирующего воздействия (вспышки) была взята 125 мс. Данные сигналов мозга записывались в нейросеть. Затем, запись ЭЭГ была отфильтрована с полосой пропускания 20 Гц. Данные обрабатывались программой MathLAB. На рис. 5 представлена блок схема эксперимента.

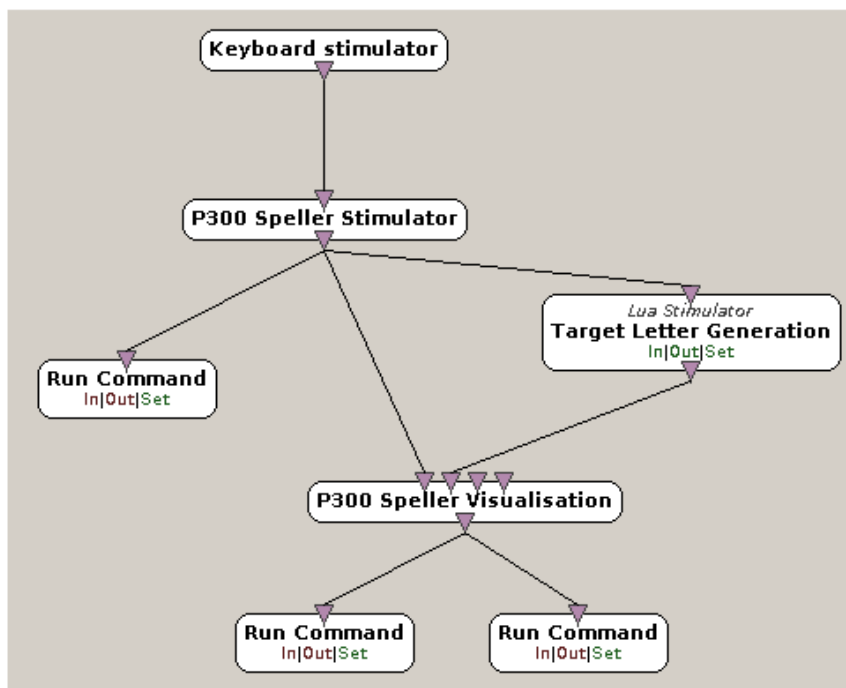


Рис. 5. Блок схема эксперимента

На первом этапе эксперимента были получены данные ЭЭГ. Затем, было проведено обучение нейросети. Данные ЭЭГ обрабатывались фильтром xDAWN, необходимого для снижения количества каналов, имеющих влияние на вызванный потенциал. Программа рассчитала весовые коэффициенты для каждого канала нейроинтерфейса. Также был определён канал, оказывающий существенный вклад на вызванный потенциал. Во второй части эксперимента было проведено обучение нейросети различию строк и столбцов. Обучение проходило по принципу первой части эксперимента. Далее OpenVibe определяет оценку точности работы классификатора. Точность составила примерно 71%.

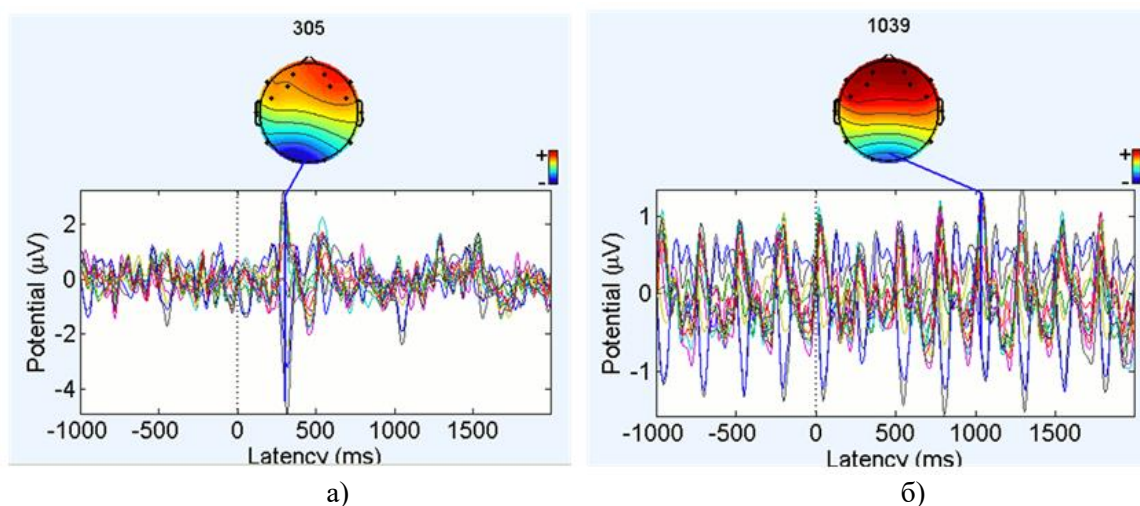


Рис. 6. График отклика целевых(а) и нецелевых(б) сигналов

На рис. 6 (а) видно, что через 305 мс после подачи стимулирующего воздействия по всем каналам ЭЭГ появляются сигналы волны P300, в то время как на рис. 6 (б) такого не происходит, так как отсутствует стимулирующее воздействие. Следует отметить, что амплитуда волн нецелевых сигналов ниже, чем амплитуда волн целевых сигналов.

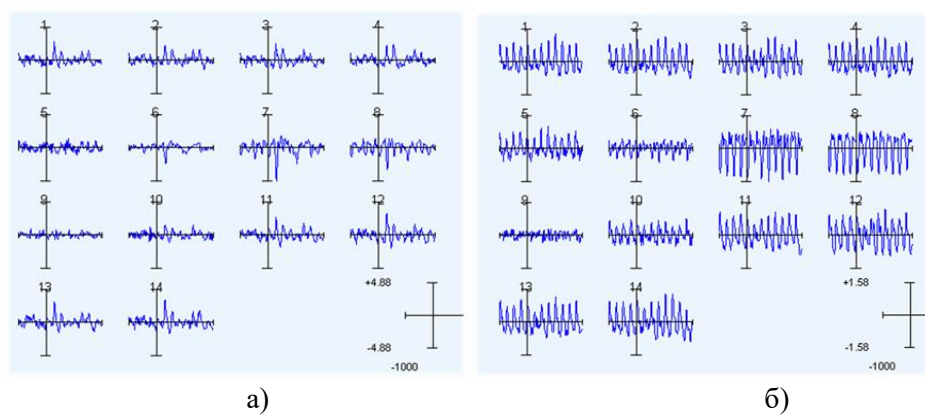


Рис. 7. Отклик волн мозга на целевое(а) и нецелевое(б) стимулирующее воздействие по каждому каналу.

На рис. 7 (а) самое высокое значение амплитуды отклика мозга на целевое стимулирующее воздействие находится в каналах 7 и 8.

Заключение

Таким образом, нейросеть даёт возможность обнаружить сигналы головного мозга. Действие шумовых составляющих можно снизить путём использования особых техник, например, фильтрация, усреднение. В то же время, данная нейросеть имеет более низкую точность, в сравнении с профессиональным оборудованием.

Список использованных источников

1. Журавлев Д.В. Аппаратура для электроэнцефалографических исследований: монография / Д.В. Журавлёв; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 258 с.
2. Звездочкина Н. В. Исследование электрической активности головного мозга / Н. В. Звездочкина. - Казань: Казанский ун-т, 2014. 59 с
3. Каплан А.Я. Нестационарность ЭЭГ: методологический и экспериментальный анализ//Успехи физиологических наук. 1998 Т.29. №3