

Отчет по преддипломной практике

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Hardware and Software System for Monitoring and Processing Data of Electrical Activity of the Brain



Faculty
of
Computer
science
Higher School of Economics

Москва, 2021

Проектно-исследовательская ВКР
Исполнитель: Д.О. Дубина
Научный руководитель:
Профессор департамента программной
инженерии факультета компьютерных наук
И. Р. Агамирзян

Структура презентации

- Предметная область
- Термины
- Актуальность темы
- Цели и задачи
- Существующие аналоги
- Функциональные требования
- Языки программирования, среды разработки, библиотеки
- Реализация приложения-компаньона, архитектура
- Реализация устройства, архитектура
- Демонстрация
- Ожидаемые результаты ВКР, Дальнейшие пути работы
- Готовность разработок ВКР
- Готовность текста ВКР
- Источники

Предметная область



Предполагается разработать устройство, предназначенное для ношения на голове, которое позволит снимать показания электрической активности головного мозга, передавать его на приложение компаньон, которое будет анализировать данные.

Для демонстрации корректной работы, будет реализован демонстрационный режим, который на основании поиска r300 будет позволять пользователю вводить текст посредством устройства.

Термины

Bluetooth - технология беспроводной передачи данных, обеспечивает обмен информацией между устройствами на надёжной, недорогой, повсеместно доступной радиочастоте для ближней связи.

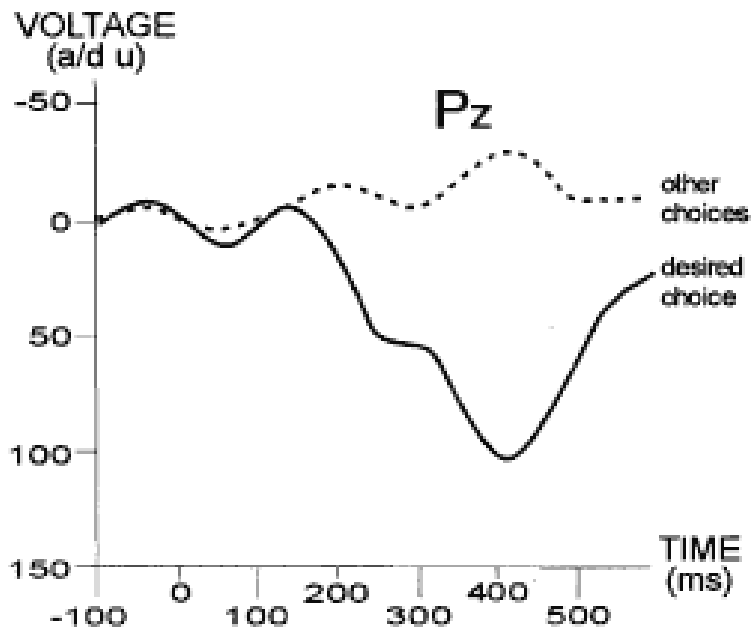
P300 ^[1] - это вызванный потенциал (ВП), специфический отклик мозга связанный с принятием решений и различением стимулов

ЭЭГ - раздел электрофизиологии, изучающий закономерности суммарной электрической активности мозга, отводимой с поверхности кожи волосистой части головы, а также метод записи таких потенциалов.

Инвазивный интерфейс - интерфейс вживленный в кору головного мозга.

Термины

P300 EVOKED POTENTIAL



Название компонента, как и в целом всех компонентов в нейронауках, состоит из двух частей: P означает positive, 300 означает момент во времени, в котором присутствует компонент. То есть P300 означает положительный пик в окрестности 300-й миллисекунды (может варьироваться от 250-й до 500-й мс). С точки зрения ЭЭГ P300 это всего лишь всплеск в определённое время в определённых каналах. Способов вызвать его известно множество, например, если концентрироваться на одном предмете, а он в случайный момент активизируется (изменит форму, цвет, яркость или отпрыгнет куда-то).

Актуальность темы

- ▶ Стремительное развитие технологий значительно меняет индустрию нейро-оборудования
- ▶ Neuralink [2] Илона маска
- ▶ Необходимость новых интерфейсов
- ▶ Диагностика и лечение неврологических, психических расстройств

Снижение порога входа, позволит ускорить разработки и инновации в сфере нейро-оборудования, позволив войти в эру распространённости аналогов Neuralink, с большим набором наработок, что позволит закрепиться на рынке

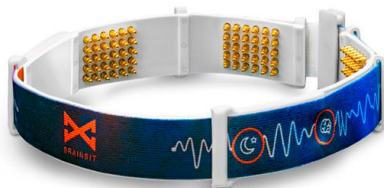
Цели и задачи

- Разработать устройство и прошивку к нему
 - Реализовать управление питанием
 - Реализовать считывание данных
 - Реализовать работу с Bluetooth
 - Реализовать передачу данных
 - Собрать устройство
- Разработать приложение компаньон
 - Реализовать работу с Bluetooth
 - Реализовать требуемые режимы работы
 - Реализовать обработку и анализ данных

Существующие аналоги



▶ Нейрочат [3]



▶ Brainbit [4]



▶ BrainReader [5]



▶ Muse EEG Headset [11]



▶ Emotiv EPOC EEG headset [12]

Функциональные требования

1

Функция сопряжения с приложением компаньоном

2

Функция инициации сбора данных

3

Функция остановки сбора данных

4

Функция передачи информационных данных по беспроводной связи между устройством и приложением компаньоном.

5

Обработка данных в приложении компаньоне

Функциональные требования

6

Визуализация обработанных данных в приложении компаньоне в режиме реального времени

7

Функция поиска точки P300 на основании обработанных данных в режиме реального времени

8

Функция демонстрации корректной работы функции поиска точки P300

9

Функции сохранения записанных сессий передачи данных

10

Функция просмотра записанных сессий передачи данных

11

Функция передачи состояния устройства в приложение компаньон

Языки программирования, среды разработки, библиотеки

Устройство, аппаратная часть

- Eagle [6]
- Компас-3D [7]

Устройство, программная часть

- Stm32CubeIDE [8]
- HAL, LL, SPL
- C++

Контроль версий

- Fork

Программа компаньон

- Visual Studio Code
- Electron + React => JS,HTML,CSS

Обработка данных

- Нейросеть на базе Brain.js
- Датасет с kaggle

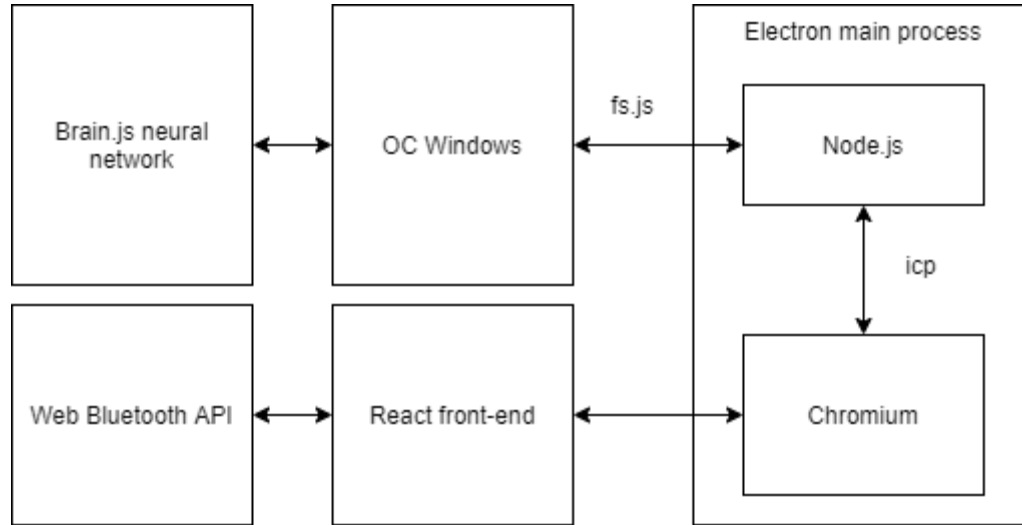
Реализация приложения-компаньона

Использованные инструменты для приложения-компаньона

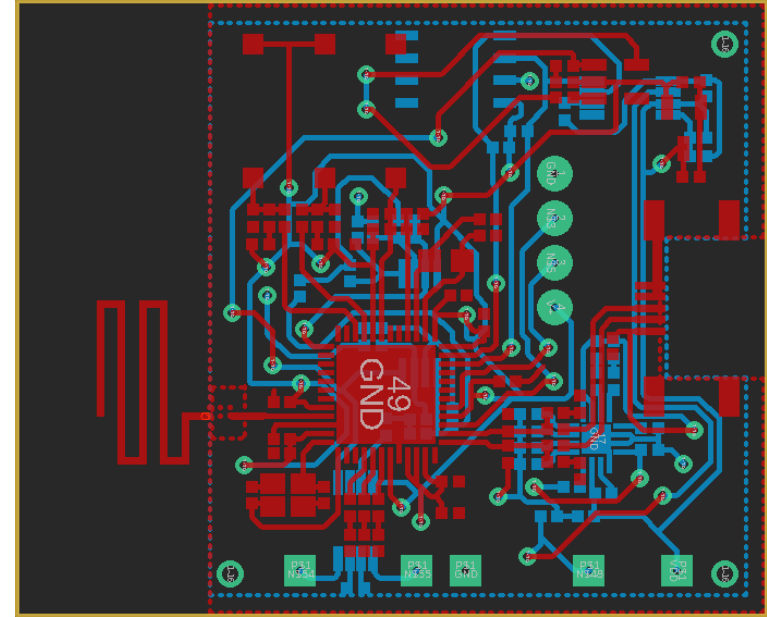
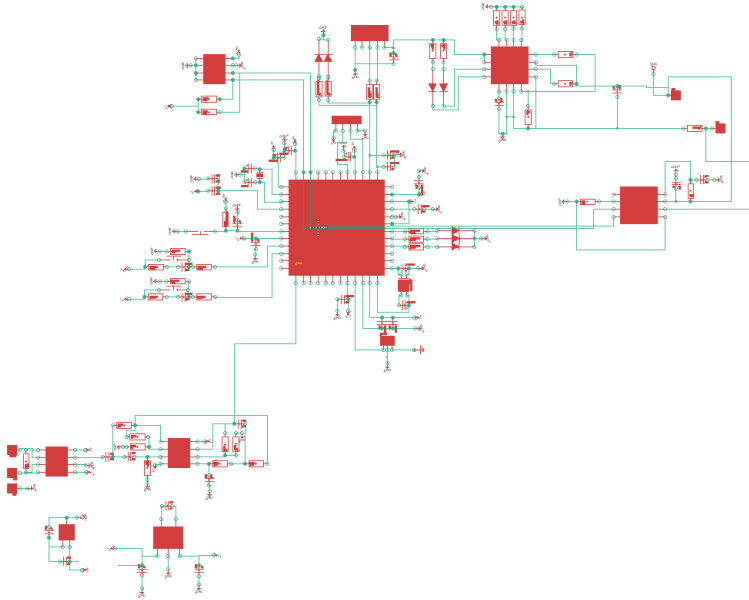
- Amcharts [13]
- Fili [14]
- Papa Parse [15]
- Brain [16]
- Web Bluetooth [17]

- Ant Design [18]
- Webpack [19]
- Babel [20]
- Electron API [21]
- React [22]

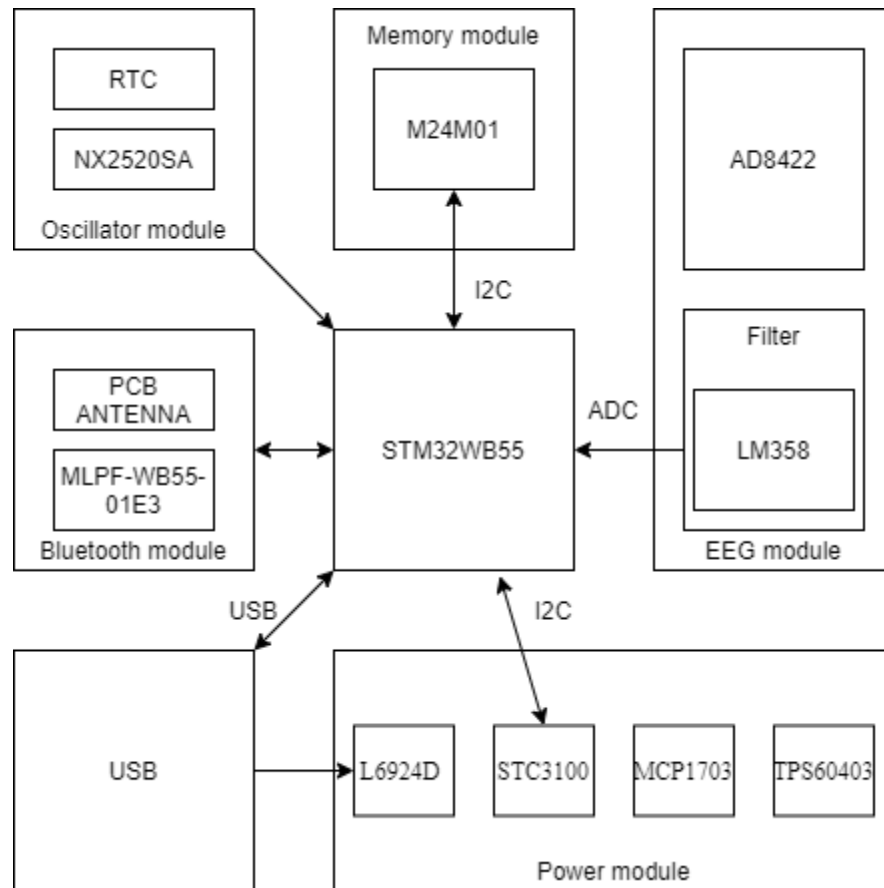
Архитектура



Реализация устройства



Архитектура



Демонстрация



Ожидаемые результаты ВКР

- Устройство
- Прошивка на устройство
- Приложение компаньон
- ВКР, техническая документация

Дальнейшие пути работы

- Расширить количество электродов, увеличить частоту передачи данных по Bluetooth
- Внедрить интерфейс фильтров
- Внедрить механизм обучения на основе считываемых данных, переобучения через интерфейс.

Готовность разработок ВКР

- ▶ Приложение компаньон: 80% реализовано. Осталось объединить получение данных, с пробросом в нейросеть, выводом букв в клавиатуре. А также обучить нейросеть на всех имеющихся данных
- ▶ Аппаратная часть устройства: 60% реализовано. Завершено проектирование, проводилось тестирование модулей. Осталось собрать устройство и корпус, совместить их. Основная задача – получить работающий на аппаратном уровне Bluetooth.
- ▶ Программная часть устройства: 30% реализовано. На основании опыта прошлых разработок архитектура реализации примерно понятна, часть основ функционирования была протестирована на прототипах. Разработка была остановлена ввиду аппаратных сложностей.

Готовность текста ВКР

Готовность 80%, Осталось:

- ▶ Дописать 3 главу в соответствии с планируемыми разработками.
- ▶ Реализовать техническую документацию
- ▶ Мелкие правки

Источники

1. P300 evoked potentials [Электронный ресурс]: aksioma.org, 2020 – Режим доступа https://aksioma.org/brainloop/bci_p300.html, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
2. NEURALINK [Электронный ресурс]: NEURALINK , 2020 – Режим доступа <https://neuralink.com>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
3. О НЕЙРОЧАТ [Электронный ресурс]: ООО «Нейрочат», 2020 – Режим доступа <http://neurochat.pro/>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
4. BRAINBIT [Электронный ресурс]: ООО "НейроМД", 2020 – Режим доступа <https://brainbit.com/ru>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
5. Brainreader [Электронный ресурс]: Brainreader, 2020 – Режим доступа <https://brainreader.net>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).

Источники

- 6. Eagle [Электронный ресурс]: Autodesk Inc, 2020 – Режим доступа <https://www.autodesk.com/products/eagle/overview>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 7. КОМПАС-3D [Электронный ресурс]: ООО «АСКОН - Системы проектирования» , 2020 – Режим доступа <https://kompas.ru/>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 8. Integrated Development Environment for STM32 [Электронный ресурс]: STMicroelectronics, 2020 – Режим доступа <https://www.st.com/en/development-tools/stm32cubeide.html>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 9. Предобработка ЭЭГ сигнала [Электронный ресурс]: cmi.to, 2020 – Режим доступа <https://cmi.to/предобработка-ээг-сигнала/>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 10. Open-source Python package for exploring [Электронный ресурс]: MNE Developer, 2020 – Режим доступа <https://mne.tools/stable/index.html>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).

Источники

- 11. Muse EEG Headset [Электронный ресурс]: InteraXon Inc, 2020 – Режим доступа <https://choosemuse.com/> , свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 12. Emotiv EPOC EEG headset [Электронный ресурс]: EMOTIV , 2020 – Режим доступа <https://www.emotiv.com/epoc/>, свободный. (дата обращения: 20.11.20).
- 13. Amcharts [Электронный ресурс]: amCharts, 2021 – Режим доступа <https://www.amcharts.com/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 14. Fili.js [Электронный ресурс]: Individual contributors, 2021 – Режим доступа <https://github.com/markert/fili.js/>, свободный. (дата обращения 25.04.21).
- 15. Papa Parse [Электронный ресурс]: Papa Parse by Matt Holt, 2019 – Режим доступа <https://www.papaparse.com/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).

Источники

- 16. Brain.js [Электронный ресурс]: Brain, 2021 – Режим доступа <https://brain.js.org/#/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 17. Web Bluetooth API [Электронный ресурс]: Mozilla and individual contributors, 2021 – Режим доступа https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Web_Bluetooth_API, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 18. Ant Design [Электронный ресурс]: XTech, 2021 – Режим доступа <https://ant.design/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 19. Webpack [Электронный ресурс]: Webpack, 2021 – Режим доступа <https://webpack.js.org/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 20. Babel [Электронный ресурс]: Babel, 2021 – Режим доступа <https://babeljs.io/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).

Источники

- 21. Electron API [Электронный ресурс]: The OpenJS Foundation, 2021 – Режим доступа <https://www.electronjs.org/docs/api>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).
- 22. React [Электронный ресурс]: Facebook Inc, 2021 – Режим доступа <https://ru.reactjs.org/>, свободный. (дата обращения: 25.04.21).

