

SAMSON - System Analizy MioSygnałów Oparty Na sieci neuronowej

Jakub Wilczyński
Kinga Michalak
Maksymilian Tulewicz
Mikołaj Strużykowski

Paulina Piorun
Rozalia Nowicka

Tydzień 1, do 4 kwietnia

Jakub Wilczyński

Cel: Rozeznanie i przygotowanie środowiska pracy.

- Przegląd literatury dotyczącej sieci neuronowych, w szczególności Learning Vector Quantization (LVQ).
- Analiza dostępnych bibliotek: scikit-learn, LVQ.Py, TensorFlow.
- Przygotowanie środowiska programistycznego (Python, Jupyter Notebook, biblioteki ML).
- Przegląd zbiorów danych EMG dostępnych w internecie.

Kinga Michalak

Cel: Rozeznanie nad elektrodami EMG i ich budowę.

- Przegląd literatury na temat elektrod EMG, ich specyfikacji technicznej i sposobów działania.
- Poszukiwanie metod wykonania własnych elektrod.
- Zebranie materiałów dotyczących bezpieczeństwa i efektywności różnych typów elektrod.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Przygotowanie środowiska pracy, zebranie materiałów, stworzenie zarysu modelu dłoni.

- Instalacja oprogramowania: Autodesk Inventor / Blender / Fusion 360, ROS, Gazebo.
- Utworzenie repozytorium projektu dla przejrzystości pracy.
- Przegląd dostępnych materiałów dotyczących modelowania dłoni i tworzenia URDF w ROS.
- Stworzenie wstępnego szkicu modelu dłoni w oprogramowaniu CAD.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Rozeznanie oraz szkic układu.

- Przegląd dostępnych publikacji naukowych.
- Określenie zakresu analizowanych sygnałów.
- Prosty projekt układu.

Paulina Piorun

Cel: Rozeznanie i przygotowanie narzędzi do analizy sygnałów.

- Przegląd literatury pod kątem zakresu sygnałów i ich istotnych cech.
- Przygotowanie narzędzi programistycznych i środowiska pracy w MATLABie.
- Opracowanie wstępnej struktury programu do odbioru danych.

Rozalia Nowicka

Cel: Rozeznanie sposobów pobierania sygnałów EMG oraz komunikacji UART.

- Przegląd literatury dotyczącej pobierania sygnałów EMG oraz komunikacji UART.
- Przygotowanie odpowiednich narzędzi programistycznych (w tym STM32CubeIDE).

Tydzień 2, do 11 kwietnia

Jakub Wilczyński

Cel: Wybór i wstępna implementacja sieci neuronowej.

- Implementacja pierwszej wersji modelu LVQ.
- Wybór odpowiedniej architektury sieci dla klasyfikacji sygnałów EMG.
- Eksperymenty z różnymi parametrami modelu (liczba neuronów prototypowych, funkcja dystansu).
- Przygotowanie danych testowych udostępnianych w serwisie kaggle.com.

Kinga Michalak

Cel: Analiza i wybór mięśni do monitorowania.

- Wybór mięśni do monitorowania na podstawie dostępności dla elektrod i jakości sygnału.
- Uwzględnienie alternatywnych mięśni w przypadku problemów technicznych.
- Rozważenie zastosowania mikrofonów do sygnałów MMG jako uzupełnienia pomiarów geometrią).

Maksymilian Tulewicz

Cel: Praca nad szczegółowym modelem dłoni.

- Projektowanie szczegółowego modelu dłoni (kształt dłoni, palce, osie ruchu).
- Definiowanie przegubów i kinematyki dłoni.
- Eksport modelu do formatu STEP/STL.
- Przygotowanie wstępnego pliku URDF (szkieletowa wersja modelu z podstawową geometrią).

Mikołaj Strużykowski

Cel: Projektowanie wzmacniaczy i filtrów.

- Wybór zakresu filtrowanego sygnału.
- Zaprojektowanie analogowych filtrów górno- i dolnoprzepustowych.
- Zaprojektowanie przedwzmacniaczy i wzmacniaczy.

Paulina Piorun

Cel: Przygotowanie danych testowych i wstępna filtracja sygnału.

- Wprowadzenie sztucznych próbek sygnałów do testowania.
- Rozpoczęcie prac nad filtracją sygnału.
- Zidentyfikowanie kluczowych parametrów biosygnałów.

Rozalia Nowicka

Cel: Wstępna praca nad protokołem komunikacyjnym.

- Wstępna praca nad protokołem komunikacyjnym (testowanie struktury ramek danych, wybór metody obliczania sumy kontrolnej).
- Przygotowanie uproszczonego programu do konwersji sygnału analogowego na cyfrowy.

Tydzień 3, do 25 kwietnia

Jakub Wilczyński

Cel: Testowanie sieci neuronowej z danymi z publicznych baz danych.

- Trenowanie modelu LVQ na wybranym zbiorze danych EMG.
- Implementacja funkcji kosztu (dystans euklidesowy, LVQ1).
- Analiza wstępnych wyników klasyfikacji.
- Weryfikacja poprawności działania algorytmu poprzez testy walidacyjne.

Kinga Michalak

Cel: Dobór materiałów i narzędzi do budowy własnej elektrody.

- Określenie rodzaju materiałów najlepiej nadających się do budowy elektrod.
- Wybór izolacji i mocowania elektrod na skórze.
- Dobór odpowiedniego żelu do mocowania elektrod i poprawy jakości kontaktu ze skórą.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Dokończenie modelu i rozpoczęcie pracy z ROS.

- Doprecyzowanie pliku URDF (poprawki, konfiguracja przegubów).
- Testowanie poprawności modelu w Rviz.
- Stworzenie paczki ROS (launch files, konfiguracja kontrolera).
- Implementacja ROS Controller Node do kontrolowania przegubów (wstępne testy).

Mikołaj Strużykowski

Cel: Symulacje układu.

- Dobór odpowiednich wartości elementów pasywnych układu.
- Symulacje układu w programie LTspice.

Paulina Piorun

Cel: Wstępna implementacja filtrów w MATLABie.

- Rozpoczęcie implementacji podstawowych filtrów górnoprzepustowych i dolnoprzepustowych w MATLABie.
- Identyfikacja potencjalnych źródeł zakłóceń w sygnale.

Rozalia Nowicka

Cel: Przygotowanie testowego programu komunikacyjnego.

- Przygotowanie testowego programu do sprawdzenia poprawności wysyłanych ramek.
- Wstępna konfiguracja UART i ADC w STM32CubeMX.

Tydzień 4, do 9 maja

Jakub Wilczyński

Cel: Analiza innych znanych modeli.

- Implementacja różnych modeli sieci neuronowych.
- Analiza ich dokładności w celu znalezienia optymalnego modelu.

Kinga Michalak

Cel: Projektowanie i prototypowanie własnych elektrod.

- Opracowanie wstępnego projektu własnej elektrody.
- Wykonanie pierwszego prototypu.
- Testowanie przewodnictwa i komfortu użytkowania.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Praca nad komunikacją ROS i wstępne testy gestów.

- Implementacja ROS Subscriber do odbierania rozpoznanych gestów (np. 1-2 gesty).
- Mapowanie rozpoznanych gestów na konkretne ruchy w symulacji dłoni (np. zgięcie palców, zaciśnięcie pięści).
- Testowanie symulacji w Gazebo z podstawowymi gestami.
- Dokumentacja kodu i testów.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Prototypowanie płytki

- Opracowanie prototypu elektrody wraz z przewzmacniaczem.
- Lutowanie układu na płytce prototypowej.

Paulina Piorun

Cel: Dalsza implementacja filtrów i testy na sztucznych próbkach sygnałów.

- Dalsza implementacja filtrów oraz testy na sztucznych próbkach sygnałów.
- Poszukiwanie najlepszego podejścia do eliminacji szumu z sieci elektrycznej (50Hz).

Rozalia Nowicka

Cel: Weryfikacja komunikacji mikrokontrolera.

- Podłączenie mikrokontrolera i weryfikacja komunikacji (proste komunikaty i ramki danych z symulowanymi danymi).
- Obsługa błędów transmisji.

Tydzień 5, do 16 maja

Jakub Wilczyński

Cel: Optymalizacja modelu i strojenie hiperparametrów.

- Regulacja liczby neuronów prototypowych.
- Testowanie różnych współczynników uczenia.
- Analiza wpływu wyboru funkcji dystansu (Euklidesowa, Manhattan, Minkowski).
- Redukcja wymiarowości cech (PCA, LDA) w celu poprawy efektywności obliczeniowej.

Kinga Michalak

Cel: Testowanie elektrody i optymalizacja konstrukcji.

- Przeprowadzenie testów prototypu pod kątem jakości sygnału.
- Identyfikacja problemów związanych z szumem i kontaktowaniem elektrody ze skórą.
- Wprowadzenie poprawek do konstrukcji elektrody.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Finalizacja pierwszych gestów i optymalizacja.

- Doprecyzowanie mapowania gestów na ruchy w ROS.
- Sprawdzenie poprawności przetwarzania rozpoznanych gestów.
- Optymalizacja działania modelu w symulacji Gazebo.
- Dokumentacja działania i przygotowanie kodu do dalszej rozbudowy.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Prototypowanie płytki.

- Opracowanie prototypu elektrody wraz z przewzmacniaczem.
- Lutowanie układu na płytce prototypowej.

Paulina Piorun

Cel: Finalizacja procesu filtracji na danych testowych.

- Finalizacja procesu filtracji na danych testowych.
- Opracowanie strategii przeniesienia algorytmów na dane rzeczywiste.

Rozalia Nowicka

Cel: Konfiguracja ADC i test sygnału.

- Konfiguracja ADC i symulacja sygnału przy użyciu potencjometru.
- Testy poprawności danych odbieranych na komputerze.

Tydzień 6, do 23 maja

Jakub Wilczyński

Cel: Optymalizacja modelu i strojenie hiperparametrów.

- Przeprowadzenie testów na wstępnym zbiorze testowym od grupy Analizy Sygnałów.
- Ocena modelu za pomocą metryk: dokładność klasyfikacji, F1-score, precision, recall.
- Analiza odległości między prototypami a danymi testowymi.
- Poprawa stabilności klasyfikacji poprzez dostosowanie algorytmu (np. przejście z LVQ1 na LVQ2.1 lub LVQ3).

Kinga Michalak

Cel: Rozpoczęcie badań na większej ilości osób.

- Zrekrutowanie uczestników badania.
- Ustalenie procedury umieszczania elektrod na skórze.
- Opracowanie metod redukcji szumów elektrycznych i zakłóceń.
- Zapewnienie powtarzalności wyników przy różnych warunkach testowych.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Finalizacja pierwszych gestów i optymalizacja.

- Doprecyzowanie mapowania gestów na ruchy w ROS.
- Sprawdzenie poprawności przetwarzania rozpoznanych gestów.
- Optymalizacja działania modelu w symulacji Gazebo.
- Dokumentacja działania i przygotowanie kodu do dalszej rozbudowy.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Integracja z mikrokontrolerem.

- Połączenie układu z mikrokontrolerem.

Paulina Piorun

Cel: Rozpoczęcie testów z rzeczywistymi biosygnałami.

- Rozpoczęcie testów z rzeczywistymi biosygnałami.
- Dostosowanie algorytmów filtracji do rzeczywistych danych.

Rozalia Nowicka

Cel: Modyfikacje i testy programu przy obsłudze wielu kanałów.

- Modyfikacje i testy programu w celu obsługi wielu kanałów.
- Dostosowanie ramki danych.

Tydzień 7, do 30 maja

Jakub Wilczyński

Cel: Implementacja na urządzeniach docelowych.

- Testowanie modelu na PC.
- Dostosowanie wielkości modelu, do mocy obliczeniowej urządzenia, zachowanie szybkiego reagowania systemu na zmieniające się gesty.

Kinga Michalak

Cel: Wspólna praca z Maksymilianem.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Weryfikacja i rozbudowa modelu.

- Sprawdzenie działania ROS z większą liczbą gestów.
- Wprowadzenie poprawek w działaniu symulacji (jeśli potrzebne).
- Optymalizacja kodu i dokumentacja postępów.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Testy oraz zaprojektowanie płytki drukowanej.

- Znalezienie błędów w projekcie dotychczasowej płytki.
- Zaprojektowanie płytki drukowanej.

Paulina Piorun

Cel: Implementacja metod ekstrakcji cech sygnału w MATLABie.

- Rozpoczęcie implementacji metod ekstrakcji cech sygnału w MATLABie.
- Obliczanie energii, średniej wartości, średniej częstotliwości, mediany częstotliwości i RMS.

Rozalia Nowicka

Cel: Kontynuacja pracy nad obsługą wielu kanałów.

- Kontynuacja pracy nad obsługą wielu kanałów.

Tydzień 8, do 6 czerwca

Jakub Wilczyński

Cel: Optymalizacja wydajności modelu.

- Testy wydajnościowe i analiza czasu reakcji.
- Dalsza redukcja wymiarowości danych wejściowych dla mniejszych zasobów obliczeniowych.

Kinga Michalak

Cel: Wspólna praca z Maksymilianem.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Testy i dalsza rozbudowa systemu.

- Dalsze poprawki w komunikacji ROS i symulacji.
- Dodawanie kolejnych gestów do symulacji (jeśli potrzebne).
- Testy i synchronizacja działania z systemem sieci neuronowej.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Walka z zakłóceniami.

- Ekranowanie układu.
- Zminimalizowanie wpływu zakłóceń na sygnał.

Paulina Piorun

Cel: Implementacja algorytmu DFT w MATLABie, istotność cech.

- Implementacja algorytmu DFT w MATLABie do wyznaczania głównych częstotliwości w sygnale.
- Testy skuteczności wyodrębniania istotnych informacji z biosygnalów.

Rozalia Nowicka

Cel: Optymalizacja transmisji.

- Optymalizacja transmisji.
- Minimalizacja błędów transmisji.

Tydzień 9, do 13 czerwca

Jakub Wilczyński

Cel: Testy użytkowników i iteracyjne poprawki.

- Przeprowadzenie testów praktycznych z użytkownikami, nie biorącymi udziału w nagraniach.
- Analiza komfortu użytkowania (czas reakcji, stabilność klasyfikacji).
- Dostosowanie liczby neuronów prototypowych na podstawie wyników testów.
- Optymalizacja wyboru cech wejściowych.

Kinga Michalak

Cel: Wspólna praca z Maksymilianem.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Końcowe poprawki i dokumentacja.

- Optymalizacja działania dłoni w symulacji.
- Przygotowanie dokumentacji końcowej (instrukcja użytkownika, opis działania).

Mikołaj Strużykowski

Cel: Implementacja układu z płytką PCB.

- Aktualizacja aktualnego systemu o płytkę drukowaną.

Paulina Piorun

Cel: Rozpoczęcie komunikacji z mikrokontrolerem.

- Rozpoczęcie komunikacji z mikrokontrolerem.
- Testy połączenia i konfiguracja podstawowych ustawień transmisji danych.
- Analiza formatu danych z mikrokontrolera.

Rozalia Nowicka

Cel: Podłączenie rzeczywistego sygnału EMG.

- Podłączenie rzeczywistego sygnału EMG.
- Analiza jakości odbieranych danych i modyfikacja programu w celu jej poprawy.

Tydzień 10, do 18 czerwca

Jakub Wilczyński

Cel: Finalizacja systemu i dokumentacja.

- Podsumowanie wyników testów i porównanie z innymi metodami klasyfikacji (SVM, MLP).
- Opracowanie raportu końcowego.
- Stworzenie instrukcji użytkownika i dokumentacji technicznej.
- Przygotowanie kodu do publikacji.

Kinga Michalak

Cel: Przeprowadzanie testów gotowego urządzenia.

- Zrekrutowanie uczestników badania, którzy nie brali udziału w poprzednich nagraniach.
- Prowadzenie testów.
- Analiza wyników.

Maksymilian Tulewicz

Cel: Przygotowanie do prezentacji projektu.

- Podsumowanie pracy.
- Przygotowanie prezentacji, wideo demonstracyjnego.

Mikołaj Strużykowski

Cel: Testowanie gotowego projektu.

- Testy gotowego systemu.
- Rozwiązywanie pojawiających się problemów.
- Przygotowanie prezentacji.

Paulina Piorun

Cel: Finalizacja projektu i dokumentacja techniczna.

- Finalizacja projektu.
- Opracowanie dokumentacji technicznej.
- Przygotowanie prezentacji projektu.
- Ostateczne testy i weryfikacja poprawności działania całego systemu.

Rozalia Nowicka

Cel: Testy końcowe na rzeczywistym EMG.

- Testy końcowe na rzeczywistym EMG.
- Ewentualne poprawki.

1 Tydzień 11 – Efekt końcowy projektu, do 24 czerwca

Gotowość całego systemu do pracy. Mio-sygnały z mięśni są zbierane przez wykonane przez zespół elektrody, przetwarzane przez wzmacniacze i filtry elektroniczne oraz konwertowane do postaci cyfrowej przez mikrokontroler. Tak przygotowane sygnały wysyłane są do komputera zajmującego się ich przetworzeniem oraz klasyfikacją za pomocą sieci neuronowej. Informacje o rozpoznanych gestach są interpretowane przez program symulujący robotyczną dłoń, odpowiednie sterowanie ustawia ją w pozycji wykonywanej przez użytkownika.

2 Kamienie milowe

2.1 Kamień Milowy 1 – 25 kwietnia

Zakończenie pracy każdej z osób z danymi testowymi, działające fragmenty projektu. Rozpoczęcie pracy nad akwizycją i implementacją rzeczywistych mio-sygnałów.

2.2 Kamień Milowy 2 – 24 maja

Działanie fragmentów projektu z rzeczywistymi sygnałami, rozpoczęcie prac nad łączeniem poszczególnych systemów w całość.