

Politechnika Wrocławska
AiR ARR
Projekt zespołowy

SENSGLOVE

Autorzy:
Beata Berajter
Dawid Brząkała
Dorota Gidel
Katarzyna Wądrzyk
Ada Weiss
Małgorzata Witka-Jeżewska

Prowadzący: dr inż. Krzysztof Arent

5 czerwca 2017

Spis treści

1	Wymagania użytkownika i specyfikacja funkcjonalności	2
2	Kryteria ewaluacji	2
3	Rozpoznanie możliwości wykonania bazy sprzętowo-programowej	2
3.1	Projekt oparty na płytce deweloperskiej STM32F3Discovery	2
3.2	Projekt oparty na dostępnej już karcie NI PCI-6034E	2
4	Podział na komponenty, architektura i kryteria ewaluacji komponentów	3
4.1	Rękawiczka sensoryczna	3
4.1.1	Wymagania użytkownika	3
4.1.2	Funkcjonalność	3
4.1.3	Kryteria ewaluacji	4
4.1.4	Podział zadań	4
4.1.5	Potrzebne elementy i kosztorys	4
4.2	Interfejs sprzętowy	5
4.2.1	Schemat ideowy	5
4.2.2	Potrzebne elementy	5
4.2.3	Kryteria ewaluacji	6
4.2.4	Podział zadań	6
4.3	Program do akwizycji danych	6
4.3.1	Format danych	6
4.3.2	Kryteria ewaluacji	6
4.3.3	Schemat ideowy	7
4.3.4	Podział zadań	7
4.4	Baza danych	7
4.4.1	Wymagania użytkownika	7
4.4.2	Funkcjonalność	8
4.4.3	Kryteria ewaluacji	8
4.4.4	Podział zadań	9
4.5	Wizualizacja danych	9
4.5.1	Wymagania użytkownika	9
4.5.2	Funkcjonalność	9
4.5.3	Kryteria ewaluacji	9
4.5.4	Podział zadań	9

1 Wymagania użytkownika i specyfikacja funkcjonalności

Użytkownik powinien mieć możliwość założenia sprzętu, to znaczy rękawiczki sensorycznej (zawierającej czujniki ugięcia i nacisku) a także czujników miopotencjałów, oraz uruchomienia programu służącego do odbioru ich. Wtedy, po poprawnym podłączeniu się, użytkownik powinien mieć możliwość podglądu w czasie rzeczywistym wykonywanych ruchów. W przypadku poprawnego działania każdego z czujników użytkownik powinien mieć możliwość utworzenia odpowiedniego folderu i zapisania do niego wyników odczytów z czujników od momentu wciśnięcia przycisku START do zdefiniowanej wcześniej długości czasu. Użytkownik powinien mieć możliwość wykonania i zapisu dowolnej ilości pomiarów oraz stworzenie dowolnej ilości folderów oznaczających kolejne gesty.

2 Kryteria ewaluacji

Komponenty powinny działać każde z osobna oraz współdziałać jako kompletne stanowisko do pobierania sygnałów i biosygnałów. Użytkownik powinien mieć możliwość wykonywania ruchów w obrębie przynajmniej jednego metra od stanowiska. Rękawiczka pomiarowa powinna mieć umieszczone czujniki w taki sposób, aby nie ograniczała ruchów ani tym bardziej nie krępowała ich. Pomiar przesyłane mają być w czasie rzeczywistym, a ich podgląd zapewnić ma program wizualizujący je.

1. Założenie rękawiczki.
2. Poruszanie palcami.
3. Obserwowanie przebiegów pomiarów.
4. Rozpoczęcie pomiaru.
5. Zapis pomiaru.
6. Sprawdzenie katalogu, w którym dokonano zapisu.

3 Rozpoznanie możliwości wykonania bazy sprzętowo-programowej

3.1 Projekt oparty na płytce deweloperskiej STM32F3Discovery

ZALETY:

1. 39 wejść analogowych.
2. Możliwość podłączenia wszystkich czujników do jednej płytki.
3. Spora ilość informacji na temat płytki i jej obsługi dostępna w bibliotekach oraz poprzez Internet.
4. Możliwość rozpoczęcia prac w ciągu dwóch tygodni w zależności od szybkości dostawy.

WADY:

1. Szeregowy przesył danych, przez co mogą powstać problemy podczas przesyłania ich - opóźnienia.

3.2 Projekt oparty na dostępnej już karcie NI PCI-6034E

ZALETY:

1. Możliwość przesyłania równolegle 16 sygnałów jednocześnie.
2. Gotowy program korzystający ze sterownika NiDAQ Mx oraz zawierający bibliotekę obsługującą kartę.
3. Gotowe stanowisko pomiarowe do EMG i MMG.
4. Możliwość współpracowania z programem Matlab.

5. Wsparcie techniczne.

WADY:

1. Konieczność podporządkowania się już stworzonym rozwiązaniom.

Istnieje również możliwość korzystania z nowo zakupionej karty przetworników, niestety na chwilę obecną nie posiadamy jej dokładnej nazwy, przez co niemożliwym jest dokonanie rozeznania w jej przypadku.

4 Podział na komponenty, architektura i kryteria ewaluacji komponentów

4.1 Rękawiczka sensoryczna

Osoby przydzielone do zadania: Dorota Gidel, Katarzyna Wądryk.

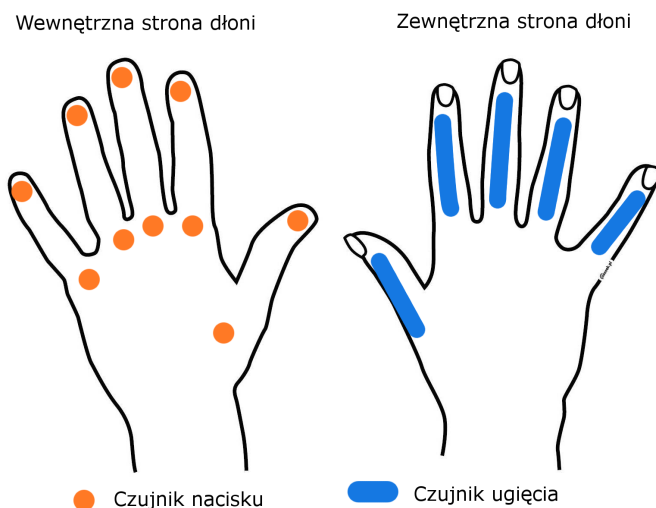
4.1.1 Wymagania użytkownika

Na rękawiczce powinno znajdować się tyle sensorów, aby pomiary były jak najdokładniejsze, lecz nie za dużo, aby nie przyćmić potrzebnych danych. Zaproponowane zostało zamontowanie sensorów nacisku (co najmniej 5 - jeden na jeden palec) oraz sensorów ugięcia (co najmniej 5 - jeden na jeden palec). Umieszczenie czujników powinno być na tyle odpowiednie, aby nie utrudniały ani ograniczały one ruchów palców. Sama rękawiczka powinna być dopasowana do dłoni użytkownika, tutaj proponowane zostało wykonanie rękawiczki w dwóch rozmiarach.

4.1.2 Funkcjonalność

Do projektu zostanie użyta rękawiczka do biegania, na dłoń prawą. Zapewni ona dobrą zdolność manualną oraz skuteczne dopasowanie do dłoni. Rękawiczka będzie tylko w jednym rozmiarze ze względu na dodatkowe nakłady czasu i pieniędzy potrzebne do jej wykonania. Przez wzgląd na skład grupy wykonawczej, rękawiczka będzie w rozmiarze małym, tj. S (7).

Planowane jest użycie 10 czujników nacisku (na każdym palcu po dwa, od strony wewnętrznej dłoni), których rezystancja maleje wraz ze wzrostem siły nacisku oraz 5 czujników ugięcia (po jednym na każdy palec, od strony zewnętrznej dłoni), których rezystancja rośnie wraz ze zwiększeniem kąta ugięcia. Czujniki będą przyszyte do rękawiczki, a w miejscach najbardziej narażonych na zahaczenia, takie jak koniec palca, przyklejone klejem.



Rysunek 1: Układ czujników na rękawiczce

4.1.3 Kryteria ewaluacji

Skończona rękawiczka pozwalać będzie na wykonywanie ruchów ograniczonych jedynie rozmiarem dłoni użytkownika (dostępny będzie tylko jeden rozmiar rękawiczki) oraz przewodów łączących czujniki z płytką. Będzie ona odporna na upadki z niewielkich wysokości oraz na wielokrotne ściąganie i zakładanie jej. Czujniki będą przymocowane tak, aby podczas energicznego machania pozostały one na swoim miejscu.

Sprawność czujników sprawdzona będzie poprzez zmierzenie miernikiem rezystancji. Przy zgięciu palca rezystancja czujnika ugięcia będzie wzrastać, a podczas nacisku rezystancja na czujnikach będzie maleć. Po podłączeniu wszystkiego do płytki sprawdzone będzie czy wysyłany jest sygnał z czujników. Celem tego testu będzie sprawdzenie czy połączenie z płytką jest poprawne.

1. Założenie rękawiczki.
2. Sprawdzenie możliwości sprawnego poruszania palcami.
3. Gwałtowne poruszanie dłonią w celu sprawdzenia mocowań czujników do rękawiczki.
4. Sprawdzenie miernikiem rezystancji czujników nacisku - wraz ze wzrostem siły działającej na czujnik rezystancja powinna maleć.
5. Sprawdzeniem miernikiem rezystancji czujników zgięcia - wraz ze wzrostem zgięcia czujnika rezystancja powinna wzrastać.

4.1.4 Podział zadań

Gidel Dorota:

- przyszyć czujników do rękawiczki
- przyszyć okablowania do rękawiczki

Wądrzyk Katarzyna:

- kupno czujników, rękawiczki oraz okablowania
- montaż czujników do przewodów

4.1.5 Potrzebne elementy i kosztorys

Do rękawiczki (rękawiczki do biegania, czarnej KALENJI) przymocowane będą następujące czujniki:

- Czujnik nacisku 5mm FSR400, short tail
- Czujnik zgięcia FS7954 55mm

Ich odprowadzenia do płytki będą zrealizowane poprzez przewód 2x0.5mm biały YTDY. Same czujniki przyłączone będą za pomocą lutów do przewodów. Dokumentacje czujników:

- czujnik ugięcia: electropark.pl/attachment.php?id_attachment=850
- czujnik nacisku: electropark.pl/attachment.php?id_attachment=1834

Tablica 1: Kosztorys elementów do rękawiczki sensorycznej

numer	nazwa	ilość	cena jednostkowa [zł]	cena całościowa [zł]
1	czujnik ugięcia	5	40,99	204,95
2	dotykowy czujnik nacisku	10	25,26	252,60
3	rękawiczka	1	10,99	19,99
4	przewody	3	0,50	1,50
5	suma			479,04

4.2 Interfejs sprzętowy

Osoby przydzielone do zadania: Beata Berajter i Dawid Brząkała.

Interfejs będzie miał za zadanie odczyt wartości z czujników zgięcia i nacisku z rękawiczki oraz czujników biopotencjałów i przesyłał je w odpowiednim formacie do komputera poprzez kabel USB i wirtualny port COM. Sygnały z czujników zostaną wzmacnione przez układ ze wzmacniaczami operacyjnymi, który również zadba o to, aby wartości sygnałów wyjściowych mieściły się w zakresie pracy przetwornika ADC mikrokontrolera (0 - 3.3V). Zasilanie układu pochodzić będzie ze złącza USB.

4.2.1 Schemat ideowy



Rysunek 2: Schemat ideowy interfejsu sprzętowego

Schemat przedstawiony jest na rysunku 2.

4.2.2 Potrzebne elementy

Lista elementów wraz z przewidywanymi kosztami została przedstawiona w tabeli 2.

Tablica 2: Lista potrzebnych elementów

element	ilosc	cena
rezystory 10kOhm	24	0.60zł/10szt
listwa kołkowa 1x40 pin	1	0.69zł/szt
listwa kołkowa 2x40 pin	1	1.00zł/szt
wzmacniacz operacyjny TL084	6	8,34zł/szt
dioda zenera 3V3	24	0.12zł/szt
STM32F3 - DISCOVERY - Cortex-M4F	1	102.90zł/szt
laminat światłoczuły 100x160x1.5mm dwustronny +	1	15.00zł/szt
razem		132.01zł

4.2.3 Kryteria ewaluacji

Aby sprawdzić poprawność odczytu sygnałów przez przetworniki ADC czujniki będą symulowane poprzez potencjometry, a uzyskane wyniki przesłane do komputera. Poprawność samej transmisji sprawdzona zostanie poprzez wysyłanie zaprogramowanych wcześniej przykładowych wiadomości i odczytywanie ich w komputerze poprzez program do monitorowania portów COM.

1. Wgranie na płytkę Discovery programu przesyłającego symulowanych danych z płytki do komputera użytkownika.
2. Sprawdzenie miernikiem lutów i ścieżek na układzie ze wzmacniaczami.
3. Podłączenie potencjometrów symulujących czujniki do płytki Discovery w celu sprawdzenia poprawności działania przetworników ADC.
4. Podłączenie wzmacniaczy do płytki Discovery i powtórzenie testu z użyciem potencjometrów.

4.2.4 Podział zadań

Berajter Beata:

- montaż układu
- opracowanie protokołu przesyłu danych

Brząkała Dawid:

- zaprojektowanie układu wzmacniaczy
- zamówienie płytki ze wzmacniaczami

4.3 Program do akwizycji danych

Osoby przydzielone do zadania: Ada Weiss, Małgorzata Witka-Jeżewska.

Zadaniem programu będzie odczyt danych przesyłanych z mikrokontrolera z portu USB komputera. Użytkownik po uruchomieniu programu będzie miał możliwość rozpoczęcia procesu akwizycji danych. Dane będą wczytywane przez określony czas (prawdopodobnie 2s jak w dotychczasowych badaniach miosygnaliów z przedramienia, co pozwoliłoby na synchronizację tych pomiarów) odszyfrowywane i przesyłane do programu do tworzenia wizualizacji rękawiczki i danych z sensorów z wykorzystaniem socketów. Dodatkowo program będzie umożliwiał użytkownikowi wybór typu ruchu który jest obecnie wykonywany. Każdorazowo po wykonanym pomiarze użytkownik będzie musiał zdecydować czy dany pomiar zapisać czy go odrzucić. W przypadku zapisu uruchomiony będzie skrypt. Oprogramowanie będzie tworzone w systemie Linux z użyciem Qt Creatora.

4.3.1 Format danych

Dane odbierane będą w postaci stringa z zakodowanymi heksadecymalnie wartościami odczytu z kolejnych czujników. Do sprawdzenia poprawności przesyłu wykorzystana będzie suma kontrolna.

4.3.2 Kryteria ewaluacji

Symulacja danych wejściowych:

zaprogramujemy płytkę STM32L476G Discovery tak aby nadawała przykładowe dane w ustalonym przez nas formacie i podłączymy ją do USB komputera.

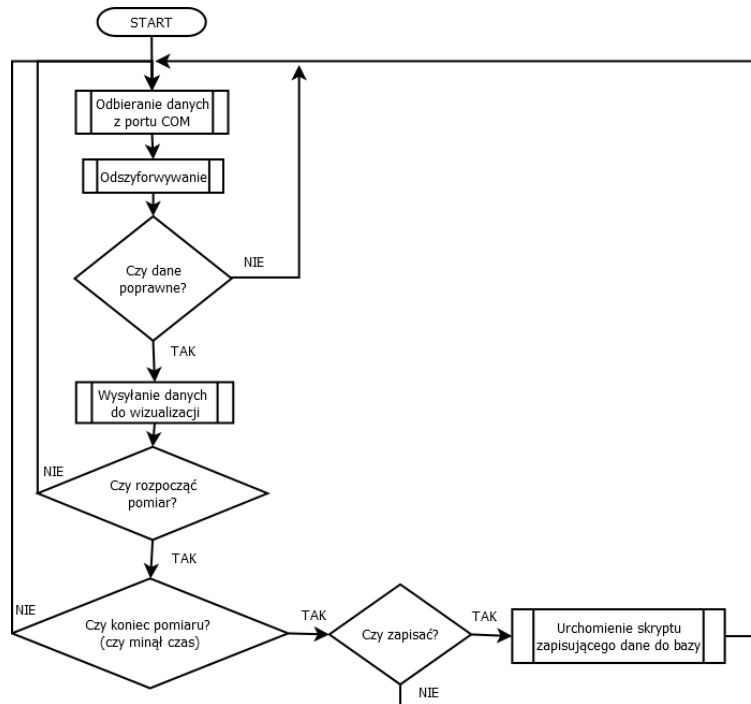
Poprawność danych wyjściowych:

wykorzystamy również przykładowy program (klient) odbierający dane wysyłane z napisanego programu (serwera) w celu ocenienia poprawności przesyłania danych.

1. Podłączenie do komputera płytki Discovery z programem przesyłającym przykładowe dane.
2. Odczytanie tych danych i wyświetlenie ich.

3. Przesłanie danych przez gniazdo do przykładowego programu odbierającego je.
4. Wyświetlenie przesłanych danych.

4.3.3 Schemat ideowy



Rysunek 3: Schemat ideowy działania programu

4.3.4 Podział zadań

Weiss Ada:

- odczytywanie danych z portu COM
- przesyłanie danych za pomocą gniazda

Witka-Jeżewska Małgorzata:

- stworzenie odpowiednich okien i odpowiednich metod z nimi stowarzyszonych

4.4 Baza danych

Osoby przydzielone do zadania: Beata Berajter, Dorota Gidel.

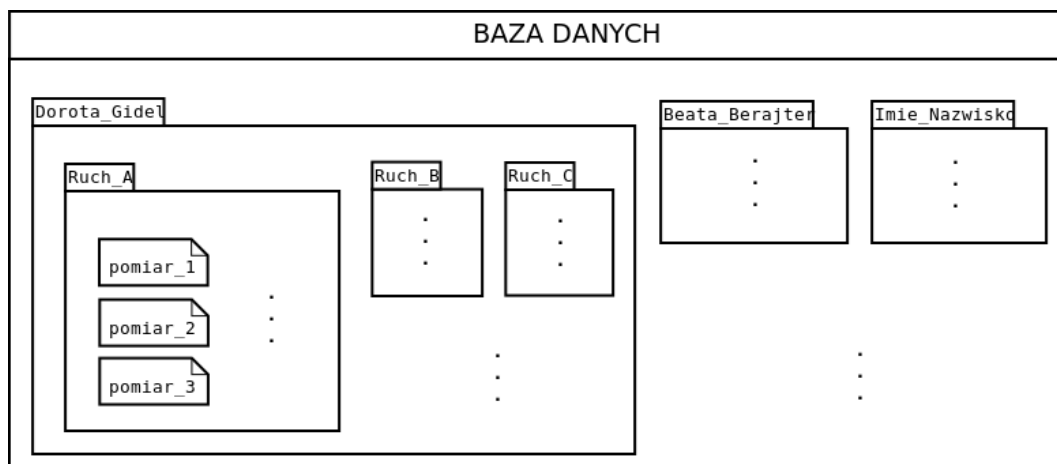
4.4.1 Wymagania użytkownika

Stworzenie bazy danych ma na celu zebranie oraz odpowiednie uporządkowanie zebranych danych pomiarowych. Baza powinna być utworzona w sposób przemyślany i logiczny.

4.4.2 Funkcjonalność

Dane zawierające odczyty z czujników i wartości miopotencjałów zapisywane będą w formie plików tekstowych. Zdecydowano się na tekstowy format bazy danych, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo, że będą one przekazane innym jednostkom, które preferują taką formę i w ten sposób najlepiej się będzie można zsynchronizować. Baza danych zawierać będzie katalogi odpowiadające osobom badanym (wykonującym eksperymenty w rękawiczce). W każdym z tych katalogów znajdować będą się podkatalogi z wykonywanymi typami badanych ruchów/chwytów. Z kolei w tych podkatalogach tworzone będą kolejne trzy podkatalogi, jeden zawierający dane z elektrod, drugi z czujników nacisku, trzeci z czujników zgięcia na rękawiczce sensorycznej. W tych folderach znajdować się będą pliki tekstowe z pomiarami. Każdy plik tekstowy zorganizowany będzie w formie macierzy. Zakładając, że pomiar będzie trwał 2 sekundy, a odczyt z czujników i elektrod będzie następował z częstotliwością 1kHz, plik taki będzie zawierał 2000 lini (1000×2). Ilość kolumn w danym pliku to liczba dostępnych czujników/elektrod, z których pobieramy dane. Planowane jest 8 elektrod, 10 czujników nacisku i 5 czujników zgięcia, więc pliki te odpowiednio zawierać będą macierze 2000 wierszy i 8 kolumn, 2000 wierszy i 10 kolumn, 2000 wierszy i 5 kolumn. Każdy kolejny zapisany pomiar (2 sekundowy) zapisywany będzie w pliku, którego nazwa będzie informować o tym, który jest to pomiar z kolei (dla danej osoby i typu ruchu) i dokładnej dacie zapisania pomiaru do bazy.

Baza danych będzie współpracować z programem do akwizycji danych. Napisana zostanie funkcja, która wywoływana będzie przez ten program. Jej celem będzie, przy podanych odpowiednich argumentach, utworzenie folderów i pliku tekstowego z pomiarami w odpowiednim miejscu w bazie danych. Powstanie również funkcja pozwalająca na odnalezienie pożądanego pomiaru, wykonanego na danej osobie i podanej dacie.



Rysunek 4: Schemat struktury bazy danych

4.4.3 Kryteria ewaluacji

Do sprawdzenia poprawności działania bazy danych zostanie wywołana funkcja obsługi bazy z przykładowymi argumentami i danymi z czujników. Zarówno wejściowym jak i wyjściowym efektem są pliki tekstowe. Zostaną utworzone przykładowe testowe pliki, dzięki którym będzie można porównać oraz sprawdzić poprawność przetworzonych danych.

1. Wywołanie funkcji zapisu z przykładowymi danymi wejściowymi.
2. Sprawdzenie katalogów z zapisanymi informacjami.
3. Wywołanie funkcji znajdującej pomiary po osobie go wykonującej.
4. Sprawdzenie odczytanych pomiarów.

4.4.4 Podział zadań

Berajter Beata:

- funkcja/skrypt wyszukujący pomiar z bazy danych

Gidel Dorota:

- funkcja/skrypt zapisujący pomiar do bazy danych

4.5 Wizualizacja danych

Osoby przydzielone do zadania: Dorota Gidel, Katarzyna Wądrzyk.

4.5.1 Wymagania użytkownika

Od aplikacji wymagane jest, aby w przejrzysty sposób wyświetlała zbierane dane z rękawiczki sensorycznej na modelu dłoni w 3D. Oczekiwane jest, aby tworzony był wykres danych w czasie rzeczywistym (z możliwością rozróżnienia na poszczególne czujniki). Wymagane jest także, aby po najechaniu myszką na konkretny obszar na modelu dłoni wyświetlone zostały dokładne dane o tym punkcie (wartość siły, zgięcia).

4.5.2 Funkcjonalność

Odczyt informacji przez aplikację odbywa się poprzez użycie socketów, dane będą przesyłane z programu do akwizycji danych. Ciągły strumień danych będzie obierany i przetwarzany z częstotliwością około 25Hz.

Aplikacja obrazować będzie dane pobierane z rękawiczki sensorycznej na modelu ręki 3D, zmieniając ułożenie palców w zależności od dostarczonych pomiarów. Dodatkowo odczyty z czujników nacisku prezentowane będą poprzez zmianę koloru opuszków palców w zależności od siły. Przy maksymalnej sile nacisku na wizualizacji będzie odpowiadał kolor czerwony, a minimalnej sile odpowiadać będzie kolor zielony. Zamodelowana zostanie prawa ręka.

Program umożliwiać będzie prezentację zmiany odczytów danych na wykresie. Planowany podstawowy zakres informacji obejmuje 30s.

W celu uzyskania przejrzystego interfejsu zastosowane zostanie grupowanie względem typu czujnika. Zrealizowane to zostanie poprzez zakładki, które umożliwią szybki dostęp do pożądaných informacji.

Program będzie tworzony w Qt5 na Linuxie.

4.5.3 Kryteria ewaluacji

Działanie programu sprawdzone będzie pod kątem odbierania sygnału z rękawiczki oraz poprawnego wyświetlania danych na modelu 3D.

Gdy wysłany zostanie sygnał maksymalnego nacisku z czujnika na palcu wskazującym program go odczyta oraz wyświetli kolor czerwony na wizualizacji. Gdy zgięty zostanie dany palec u ręki, palec na modelu w programie również zostanie zgięty. Gdy kąty zgięcia oraz kolory nacisku będą się zgadzać, znaczyć to będzie, że aplikacja działa poprawnie. Dane te mogą być sztucznie symulowane i wysyłane do programu, by istniała możliwość testowania bez istnienia poprawnie działających komponentów systemu.

1. Przesłanie symulowanych danych z czujników do programu.
2. Sprawdzenie, czy wizualizacja pokrywa się z przewidywanym ruchem.

4.5.4 Podział zadań

Gidel Dorota:

- tworzenie klas zakładek
- tworzenie modelu dłoni
- tworzenie funkcji ruchu dłoni

- tworzenie aktywnych obszarów na dłoni

Wądrzyk Katarzyna:

- tworzenie okna głównego przycisków
- tworzenie klas wykresów
- tworzenie wykresów
- tworzenie obsługi odczytu danych