



# Politechnika Wrocławska

## Założenia projektowe

Projekt realizowany w ramach kursu Wizualizacja Danych  
Sensorycznych na Politechnice Wrocławskiej

**Tytuł Projektu:** Wizualizacja czujników rękawicy sensorycznej

**Autorzy:** Krzysztof Dąbek 218549, Dymitr Choroszczak 218627

**Kierunek:** Automatyka i Robotyka

**Specjalność:** Robotyka (ARR)

**Prowadzący:** dr inż. Bogdan Kreczmer

**Kurs:** Wizualizacja Danych Sensorycznych

**Termin zajęć:** pt 11:15

## 1 Opis projektu

### 1.1 Cele projektu

Celem jest wizualizacja uproszczonego modelu dłoni na podstawie danych z rękawicy sensorycznej. Efektem końcowym jest przedstawienie orientacji dłoni oraz zgięcia palców w przestrzeni trójwymiarowej.

### 1.2 Problem projektu

- Ukazanie zgięcia pięciu palców przez zmianę konfiguracji przegubów modelu
- Ukazanie siły nacisku opuszków na powierzchnię poprzez zmianę koloru i/lub rozmiaru obiektów sferycznych, umieszczonych na zakończeniach skrajnych przegubów modelu
- Ukazanie orientacji dłoni względem wektora grawitacji

Projekt zostanie połączony z innym realizowanym w ramach kursu Roboty Mobilne 1. Dane do wizualizacji będą wysyłane przez płytkę wykonanej rękawicy sensorycznej.

## 2 Specyfikacja aplikacji

### 2.1 Funkcjonalności aplikacji

Zostanie stworzona aplikacja okienkowa do wizualizacji napisana w języku C++ z użyciem biblioteki Qt.

- Wizualizacja poruszania modelem dłoni na podstawie odczytów z czujników i akcelerometru.
- Wybór opcji połączenia z rękawicą sensoryczną (Bluetooth, USB)
- Uruchomienie i zatrzymanie pomiarów, wykonanie pojedynczego pomiaru.
- Skalowanie modelu dłoni poprzez wpisanie rozmiarów przegubów oraz suwaki.
- Zmiana położenia i orientacji kamery z poziomu interfejsu graficznego.
- Wyświetlanie liczbowo wyników pomiarów i możliwość zapisania ich do pliku.
- Wyświetlenie wykresu odczytu nacisku wybranego palca w czasie.

Żadna z funkcjonalności nie została jeszcze dokończona.

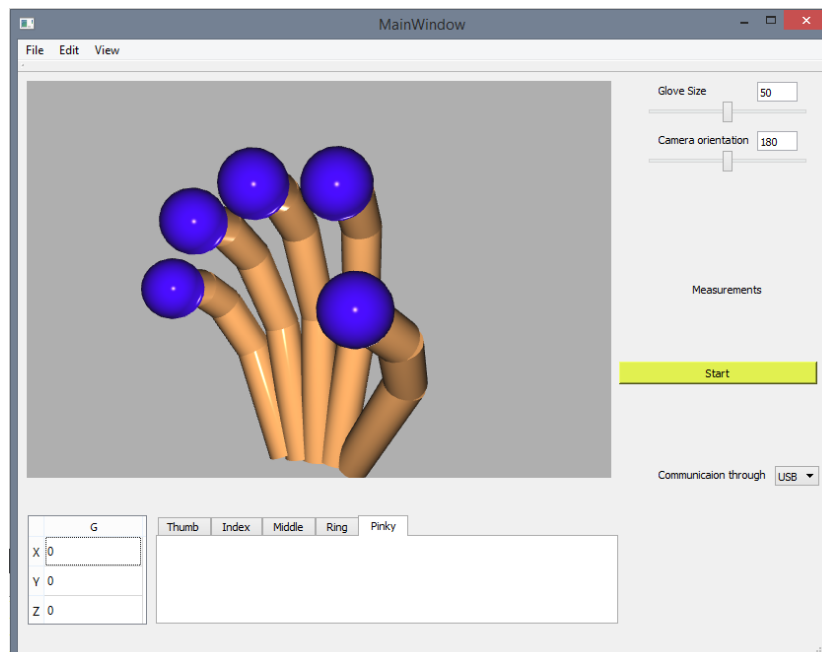
## 2.2 Interfejs graficzny

Schematyczny szkic interfejsu graficznego został przedstawiony na rysunku 1.



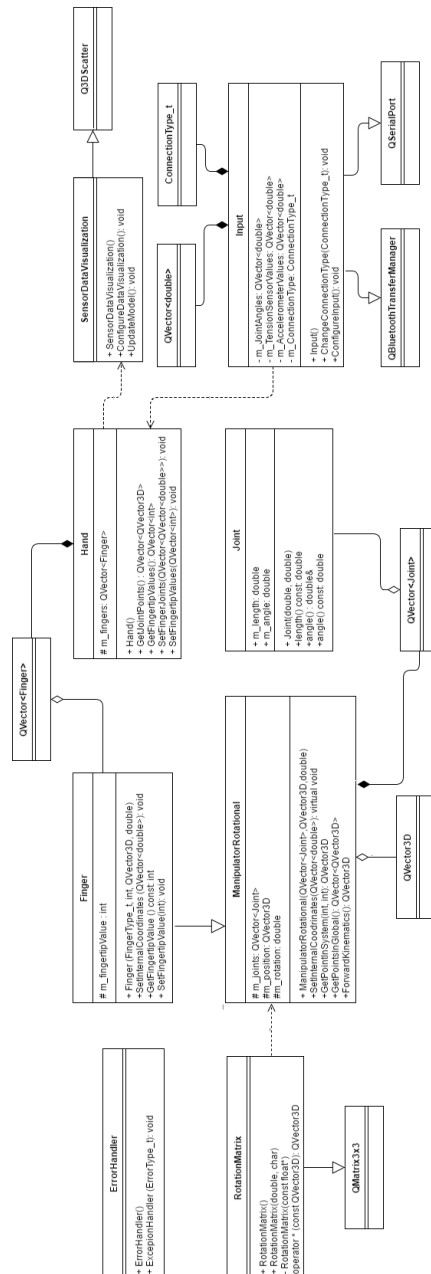
Rysunek 1: Planowany interfejs graficzny aplikacji

Aktualny wygląd interfejsu graficznego został przedstawiony na rysunku 2.



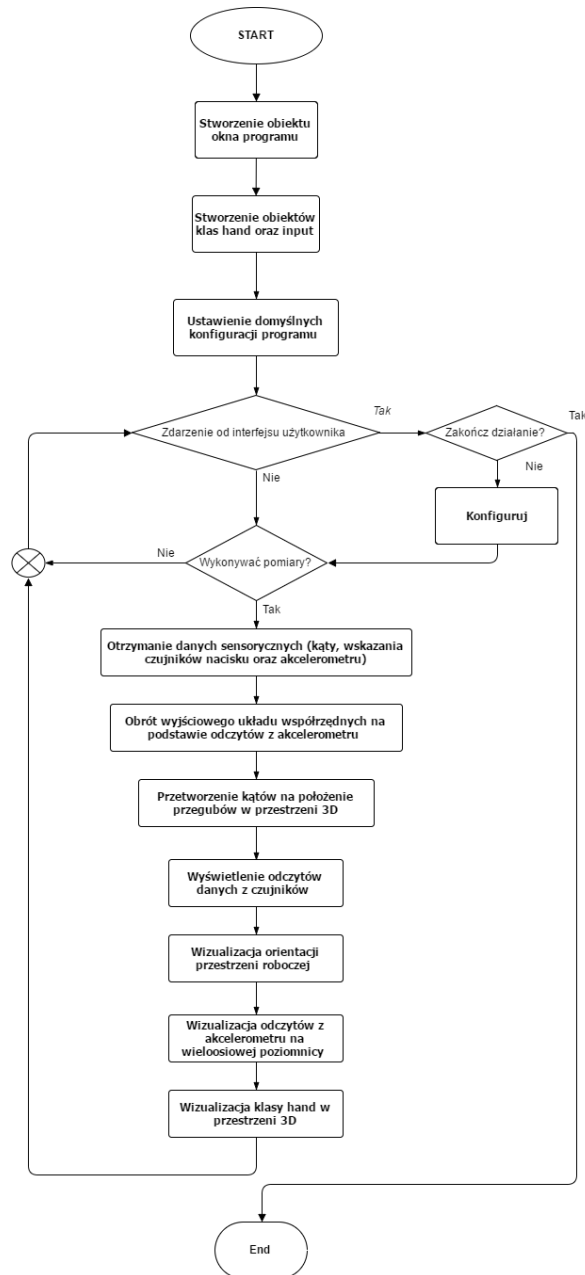
Rysunek 2: Aktualny wygląd interfejsu graficznego aplikacji

Diagram klas przetwarzających dane i obliczeniowych w aplikacji, przedstawiony na rysunku 3 wykonany został w języku UML.



Rysunek 3: Diagram klas części aplikacji odpowiedzialnej za przetwarzanie danych

## 2.4 Diagram czynności



Rysunek 4: Diagram czynności

## 3 Specyfikacja urządzenia

### 3.1 Opis ogólny

- Na opuszkach palców zamontowane zostaną czujniki siły nacisku FSR-400. Spadek rezystancji przy przyłożonej sile pozwala zmierzyć siłę nacisku.
- Do wykrycia zgięcia stawów międzypaliczkowych bliższych oraz stawu międzypaliczkowego kciuka zastosowane zostaną czujniki ugięcia – flexsensory firmy Sparkfun. Zgięcie tych sensorów powoduje wzrost rezystancji.
- Akcelerometr LSM303DLHC, znajdujący się na płytce Discovery zostanie użyty do określenia orientacji rękawicy względem wektora grawitacji.
- Powyższe elementy nie zapewniają precyzyjnych pomiarów, ale zostały wybrane ze względu na cenę i charakter projektu, w którym zostaną zastosowane.
- Jako urządzenie nadawcze Bluetooth posłuży moduł HC-06 z interfejsem UART podłączony do płytki Discovery.

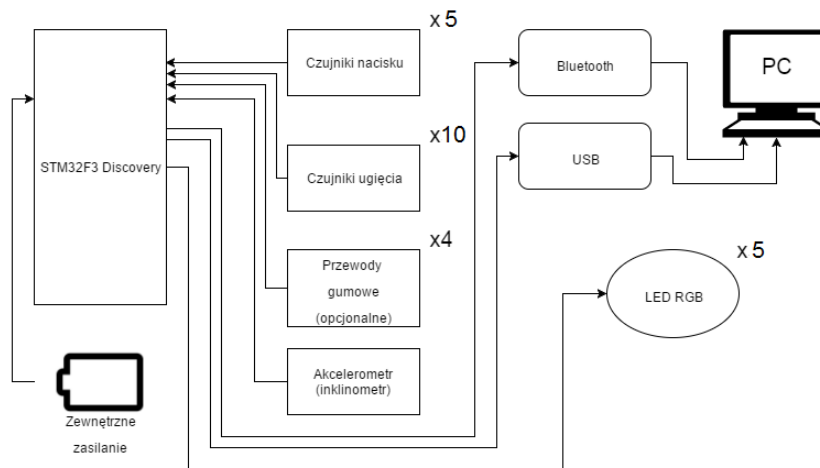
Rękawica sensoryczna tworzona w ramach projektu Roboty Mobilne nie została jeszcze zbudowana.

### 3.2 Funkcjonalności urządzenia

- Pobieranie danych o nacisku opuszków palców na powierzchnię.
- Pobieranie danych o zgięciu palców dłoni.
- Pobieranie danych o orientacji względem wektora grawitacji.
- Agregacja danych oraz wysyłanie ich za pomocą Bluetooth i USB.
- Wizualizacja nacisku opuszków palców na powierzchnię za pomocą LEDów RGB.

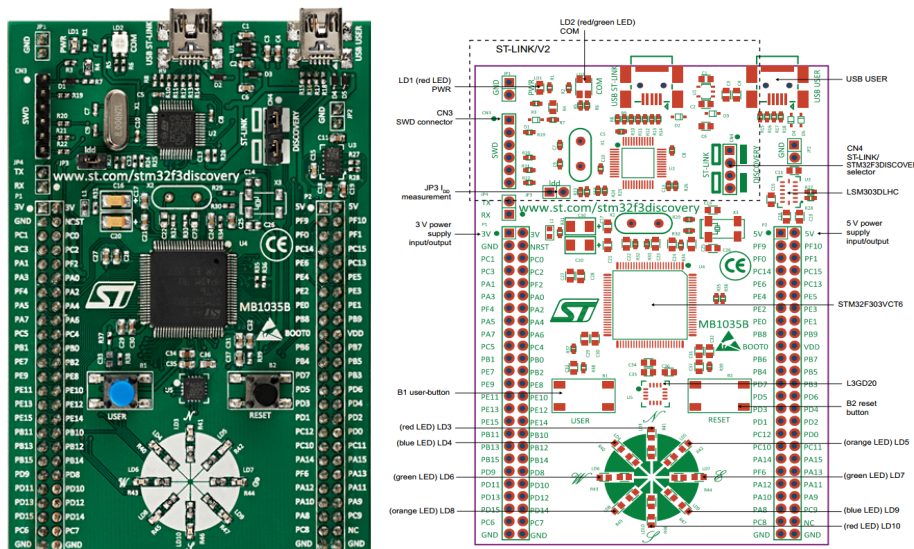
### 3.3 Schematy układu elektronicznego

W ramach projektów Wizualizacja Danych Sensorycznych oraz Roboty Mobilne, nie jest przygotowywany własny układ elektroniczny. Połączenia za pomocą przewodów z płytką sterującą oddaje schemat ideowy. Ideowy schemat połączeń urządzenia pomiarowego, współpracującego z aplikacją został przedstawiony na rysunku 5. Schematy elektroniki głównej płytki z



Rysunek 5: Ideowy schemat połączeń rękawicy sensorycznej

mikrokontrolerem urządzenia pomiarowego można znaleźć na stronie producenta. Rysunek ułożenia elementów na płytce został ukazany na rysunku 6



Rysunek 6: Fizyczne ułożenie elementów na płytce PCB

### 3.4 Parametry układu pomiarowego

#### 3.4.1 Konfiguracja przetwornika pomiarowego

- Rozdzielczość przetwornika: 12 bitów
- Zakres pomiarowy: (0 – 4095: int), (0 – 3,3 V)
- Pomiar ciągły z wykorzystaniem DMA
- Czas próbkowania: 181,5 Cykli
- Częstotliwość zegara: 32 MHz

#### 3.4.2 Dane czujnika ugięcia

- Długość powierzchni czynnej: 55,37 mm
- Zakres rezystancji: 25 – 125 k $\Omega$
- Rezystor pomiarowy do dzielnika: 62 k $\Omega$

#### 3.4.3 Dane czujnika nacisku

- Średnica powierzchni czynnej: 5 mm
- Zakres pomiarowy nacisku: 0,2 – 20 N
- Zakres rezystancji: 150 – 10 M $\Omega$
- Rezystor pomiarowy do dzielnika: 3 k $\Omega$

#### 3.4.4 Dane z akcelerometru

- Protokół komunikacyjny: I<sup>2</sup>C
- Ilość osi: 3
- Maksymalne przeciążenie: 16g
- Dokładność pomiaru: 16 bitów

### 3.5 Opis protokołu komunikacji

Wykorzystano dwa sposoby komunikacji z urządzeniem pomiarowym. Możliwość przełączania między urządzeniami została przewidziana w aplikacji. Część danych odbieranych z rękawicy zostanie wstępnie przetworzona przez urządzenie pomiarowe.



### 3.6 Ramka danych

- Typ danych: float
- Sposób odbierania danych: COM Port
- Sposób kodowania wiadomości: ANSI
- Suma kontrolna: brak
- Struktura wiadomości: 7 linii danych
  - Linie 1 – 5: 3x float – kąty obrotu przegubów palca (0,0 - 100,0 °)
  - Linia 6: 5x int – dane z czujników nacisku (0 - 4095)
  - Linia 7: 3x float – dane z akcelerometru (zagregowane do  $m/s^2$ )
  - Każda linia zakończona znakami \r \n
- Zrezygnowano ze szczegółowego opisu niskopoziomowego ramki danych, gdyż jest on obsługiwany przez dostępne biblioteki

#### 3.6.1 Bluetooth

- Nazwa modułu komunikacyjnego: HC – 06
- Interfejs komunikacyjny ze strony urządzenia: UART
- Interfejs komunikacyjny ze strony aplikacji: Serial COM Port / moduł QtBluetooth
- Baud Rate: 9600 b/s
- Długość słowa: 8 bit
- Parzystość: brak
- Bity stopu: 1
- Nadpróbkowanie: 16 próbek
- Wykorzystanie przerwań i/lub DMA

#### 3.6.2 USB – Serial Port

- Nazwa modułu komunikacyjnego: Wbudowany
- Interfejs komunikacyjny ze strony urządzenia: USB Device (FS)
- Interfejs komunikacyjny ze strony aplikacji: Serial COM Port
- Szybkość: 12 Mb/s
- Maksymalna wielkość pakietu: 64 B

## 4 Harmonogram

- (31.03.2017) (**Wykonane**) Uruchomienie i przetestowanie pętli USB→UART→USB w celu symulacji danych sensorycznych.
- (14.04.2017) (**Wykonane**) Stworzenie struktur danych wykorzystywanych w aplikacji (przeguby, manipulatory, scena).
- (14.04.2017) (**Wykonane**) Stworzenie projektu okna programu.
- (05.05.2017) (**Wykonane**) Stworzenie uproszczonego modelu kośćca dłoni.
- (14.05.2017) (**Wykonane**) Stworzenie elementów wizualizacji nacisku.
- (18.05.2017) (**Wykonane**) Zmiana koloru i/lub wielkości sfer na podstawie odczytów z czujników nacisku.
- (26.05.2017) Komunikacja przez Bluetooth.
- (26.05.2017) Komunikacja przez USB.
- (01.06.2017) (**Rozpoczęte**) Stworzenie okna programu.
- (01.06.2017) Wczytywanie i dekodowanie danych z rękawicy sensorycznej.
- (05.06.2017) (**Rozpoczęte**) Poruszanie przegubami na podstawie odczytów z tensorów.
- (05.06.2017) Obrót modelu na podstawie akcelerometru.
- (11.06.2017) Testy aplikacji.
- (15.06.2017) Naprawianie błędów.
- (15.06.2017) Poprawianie funkcjonalności i optymalizacja kodu.

**Wizualizacja Danych Sensory...**

**Kamienie milowe projektu**

- Uruchomienie pęti USB UART USB
- Stworzenie struktur danych aplikacji
- Stworzenie projektu okna programu
- Wczytywanie i dekodowanie danych
- Stworzenie modelu dŃoni
- Elementy wizualizacji nacisku
- Poruszanie modelem
- Wizualizacja nacisku i ugięcia
- Rotacja modelu
- Komunikacja przez Bluetooth
- Testy aplikacji
- Naprawianie błędów
- Wizualne ulepszenie aplikacji

start	end
22/03/17	11/06/17
22/03	31/03
01/04	14/04
01/04	14/04
15/04	23/04
24/04	05/05
24/04	05/05
06/05	14/05
06/05	14/05
15/05	26/05
15/05	26/05
27/05	02/06
03/06	11/06
27/05	11/06

