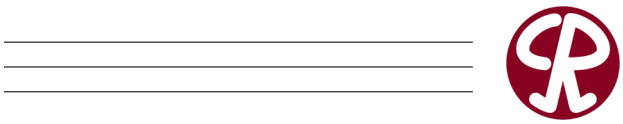
Projekt

Wizualizacja Danych Sensorycznych

Wizualizacja figur trójwymiarowych

Adam Kubiak, 249480



Prowadzący:
dr inż. Bogdan Kreczmer

Katedra Cybernetyki i Robotyki
Wydziału Elektroniki
Politechniki Wrocławskiej

13 czerwca 2021

Spis treści

1 Charakterystyka tematu projektu **1**

2 Specyfikacja finalnego produktu **1**

3 Terminarz realizacji poszczególnych podcelów **1**
3.1 Kamienie milowe 2
3.2 Wykres Gantta 2

4 Projekt graficznego interfejsu użytkownika **3**
4.1 Dostępne funkcjonalności 3
4.2 Przykładowy scenariusz 4

5 Komunikacja z urządzeniem **4**
5.1 Protokół komunikacji 4

6 Działanie programu **4**

7 Kod i dokumentacja **8**

1 Charakterystyka tematu projektu

Tematem projektu jest wizualizacja trójwymiarowej prostej figury geometrycznej w programie okienkowym napisanym z pomocą biblioteki QT. W tym celu zostanie wykorzystana płytka rozwojowa STM32F411EDISCOVERY z wbudowanym akcelerometrem i żyroskopem, dzięki której użytkownik będzie mógł manipulować położenie przedstwionego obiektu w programie. Do komunikacji między płytką a komputerem zostanie wykorzystany interfejs UART dodatkowo programie będą wyświetlane wartości rotacji wzdłóż każdej z osi w stopniach.

2 Specyfikacja finalnego produktu

Projekt zakłada mierzenie odczytów z akcelerometru i przełożenie tych danych na orientacje, wyrenderowanego obiektu 3D za pomocą biblioteki Qt3D. Użytkownik będzie mógł również manipulować danym obiektem za pomocą trzech suwaków, gdzie na jeden suwak będzie przypisana jedna z trzech osi. Dzięki interfejsowi w aplikacji będzie będzie można również odczytać jego aktualną orientację.

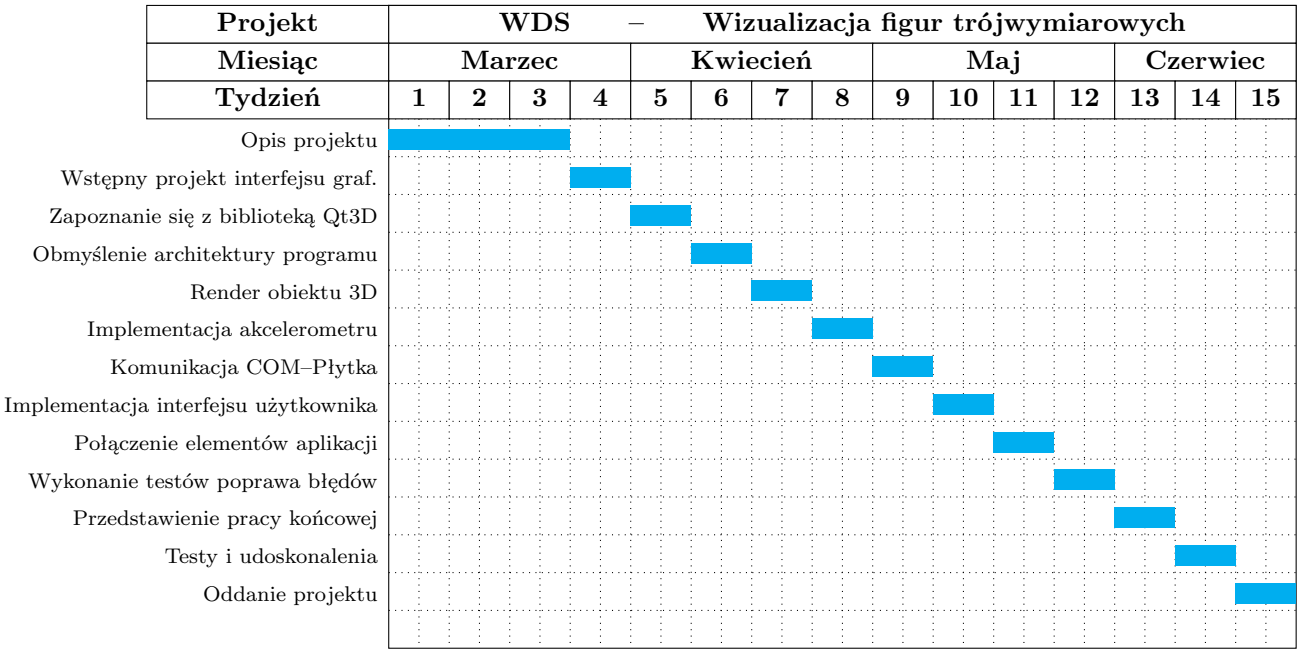
3 Terminarz realizacji poszczególnych podcelów

- 22 marca 2020 – Opis projektu
- 29 marca 2020 – Wstępny projekt interfejsu graficznego aplikacji
- 12 marca 2020 – Zapoznanie się z środowiskiem Qt Creator i biblioteką Qt3D do wizualizacji obiektu 3D
- 19 kwietnia 2020 – Obmyślenie funkcjonalności i architektury programu
- 26 kwietnia 2020 – Praca nad klasami odpowiedzialnymi za wyświetlanie i manipulowanie obiektu 3D
- 4 maja 2020 – Implementacja akcelerometru z żyroskopem na płytce rozwojowej
- 10 maja 2020 – Implementacja komunikacji między płytką rozwojową a aplikacją
- 17 maja 2020 – Praca nad interfejsem użytkownika, gdzie będzie pokazana orientacja obiektu w stopniach, suwaki do zmiany orientacji obiektu z poziomu interfejsu
- 24 maja 2020 – Połączenie wszystkich elementów aplikacji i przedstawienie ich w jednym oknie
- 31 maja 2020 – Wykonanie testów, wykrycie oraz poprawa znalezionych błędów
- 7 czerwca 2020 – Przedstawienie i opisanie pracy końcowej w sprawozdaniu
- 14 czerwca 2020 – Oddanie projektu

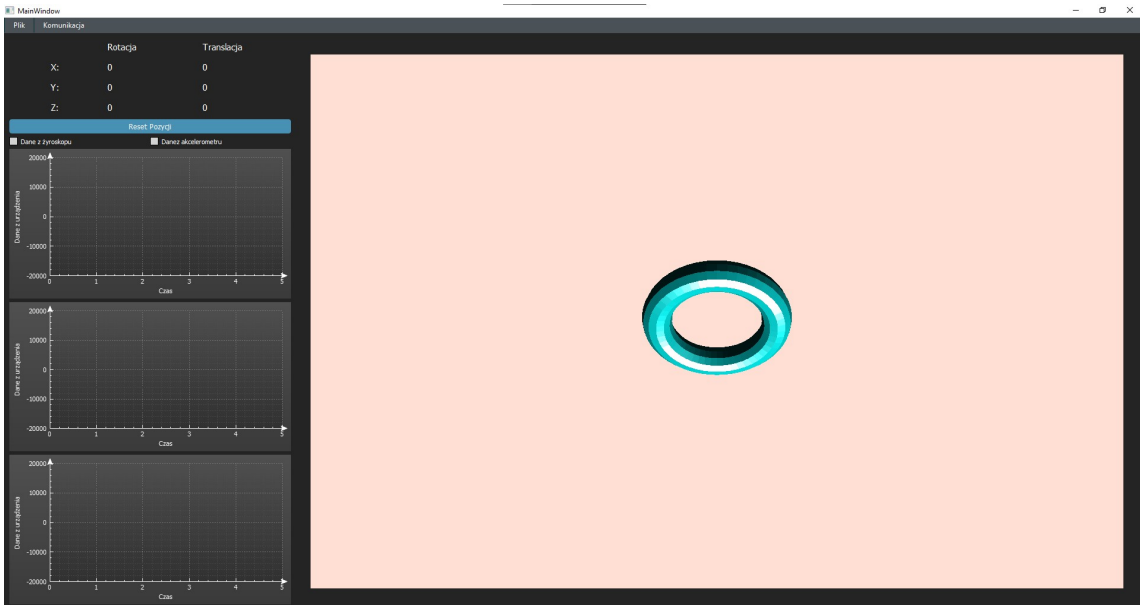
3.1 Kamienie milowe

- Wizualizacja obiektu 3D
- Komunikacja między płytką rozwojową a aplikacją
- Połączenie utworzonych elementów aplikacji
- Oddanie programu i sprawozdania

3.2 Wykres Gantta



4 Projekt graficznego interfejsu użytkownika



Rysunek 1: Interfejs użytkownika

4.1 Dostępne funkcjonalności

- **Pasek narzędzi** – W pasku narzędzi będzie można wyszukać urzędzenia podłączone do portów COM, następnie połączyć się z płytką wybierając odpowiedni port. Możliwy jest również wybór pliku z modelem 3D, którym chcemy manipulować.
- **Pasek statusu** – Na pasku statusu, wyświetlany zostaje komunikat tekstowy z nazwą portu COM wybranegp przez użytkownika, który będzie wykorzystywany do komunikacji z płytką deweloperską.
- **Tabela z danymi** – Tabela w której będzie można zobaczyć orientację oraz przesunięcie obiektu 3D względem jego położonia początkowego
- **Reset pozycji** – zrestartowanie położenia obiektu 3D do jego początkowego położenia.
- **Przyciski do wyboru wyświetlanych danych na wykresach** – Zaznaczając odpowiedni checkbox użytkownik może wybrać z którego czujnika będą wyświetlane dane na wykresach. Możliwe jest zaznaczenie obu checkbox'ów na raz co spowoduje jednoczesne wyświetlanie danych.
- **Widget z wizualiacją 3D** – Obserwacja wizualizacji obiektu 3D manipulowanego za pomocą akcelerometru z żyroskopem lub myszki i klawiatury.
- **Wykresy danych** – Wykresy danych odczytywanych z akcelerometru i żyroskopu

4.2 Przykładowy scenariusz

Uruchamiamy aplikację. Najpierw musimy skonfigurować połączenie z płytką STM, na pasku narzędzi klikając odpowiednią sekcje po przeszukaniu portów możemy podłączyć się do płytki. Aplikacja poinformuje nas o prawidłowym nawiązaniu połączenia z płytką rozwojową. Użytkownik będzie mógł wybrać w dowolnym momencie tryb sterowania wizualizacją obiektu, ma on do wyboru dwie opcje: sterowanie akcelerometrem z żyroskopem lub myszką podłączoną do komputera. Gdy zajdzie taka potrzeba użytkownik będzie mógł zresetować pozycję do pozycji startowej. Możliwy jest także wybór jakie odebrane dane mają być wyświetlane na wykresach.

5 Komunikacja z urządzeniem

Płytka rozwojowa STM32F411EDISCOVERY ma wbudowany akcelerometr **LSM303DLHC** i żyroskop **L3GD20** co sprawia, że użytkownik jest zwolniony z planowania okablowania układu. Płyka jednak nie jest wyposażona w konweter USB-UART,ponieważ użycie tego typu komunikacji zakłada projekt, konieczne okazało się dołączenie do płytki takiego konwertera. W projekcie został wykorzystany **konwerter USB-UART PL2303**

5.1 Protokół komunikacji

Ramka protokołu komunikacyjnego zaczyna się od dużej litery alfabetu, dzięki której program będzie mógł odróżnić skąd odbierane są dane:

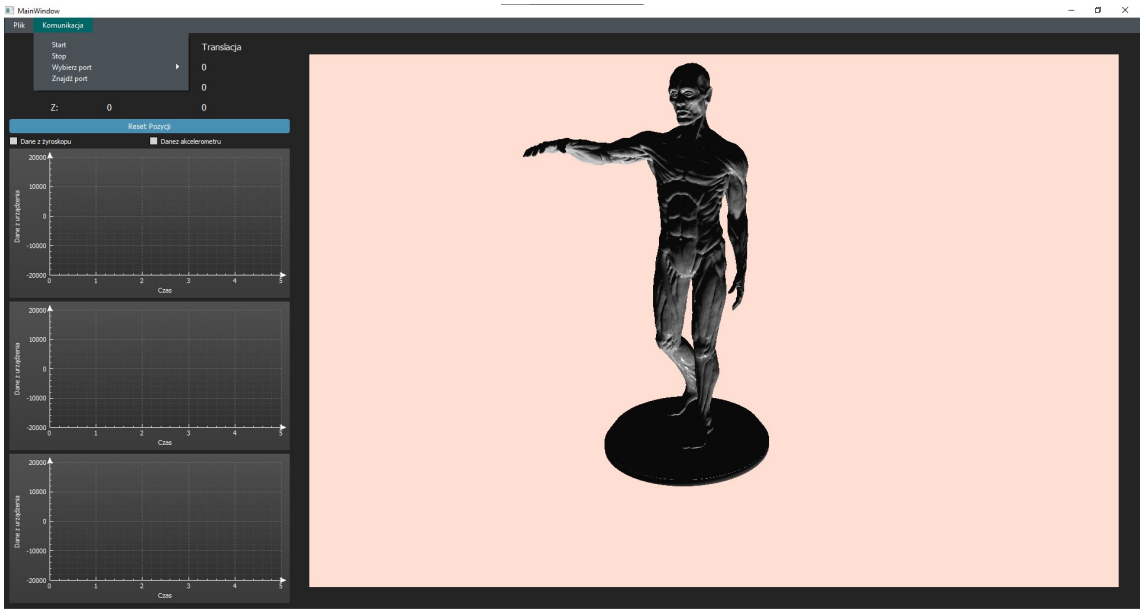
- **A** – Akcelerometr
- **G** – Żyroskop

Z powodu indendycznego formatu odbieranych danych z obu urządzeń ramki dla nich różnią się tylko wymienionym wyżej identyfikatorem.
Forma ramki to: $*\langle int8_t\rangle\langle int8_t\rangle\langle int8_t\rangle$ CRC
Gdzie " $*$ " jest identyfikatorem nadającego dane urządzenia. Po nim znajdują się trzy wartości odpowiadającej trzem osiom XYZ.Dane te mieszczą się w zakresie wartości od -16132 do 16132, są to wartości całkowite. Na końcu znajduje się suma kontrolna. Po stronie mikrokontrolera ramka jest formatowana do stringa i wysyłana przez komunikację UART za pomocą funkcji dostarczonej przez bibliotkę HAL dla mikrokontrolerów STM. W aplikacji Qt, za pomocą operacji na odebranym stringu, jest on dzielony na poszczególne elementy, które ma w sobie ramka. Jest to możliwe dzięki oddzieleniu poszczególnych elementów ramki spacjami. Przed przypisaniem odebranych danych do odpowiennych zmiennych w programie, następuję sprawdzenie ich poprawności za pomocą sumy kontrolnej CRC.

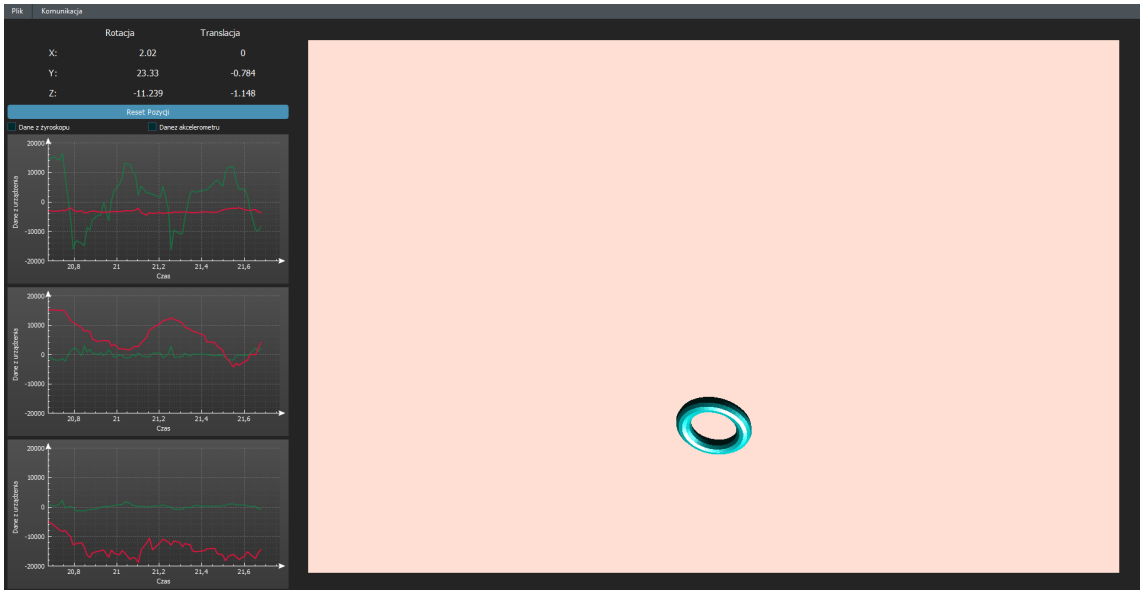
6 Działanie programu

Dane odbierane są przez klasę Device, która ma pole klasy QSerialPort. Dzięki omawianemu polu i wbudowanym w nim mechanizmom możemy wydajnie prowadzić wymianę danych pomiędzy płytką deweloperską, a programem. Dzięki intuicyjnemu menu na pasku urządzeń [**2**] użytkownik może wybrać za pomocą którego portu ma dojść do komunikacji z płytką deweloperską. Po wybraniu portu użytkownik jest o tym informowany

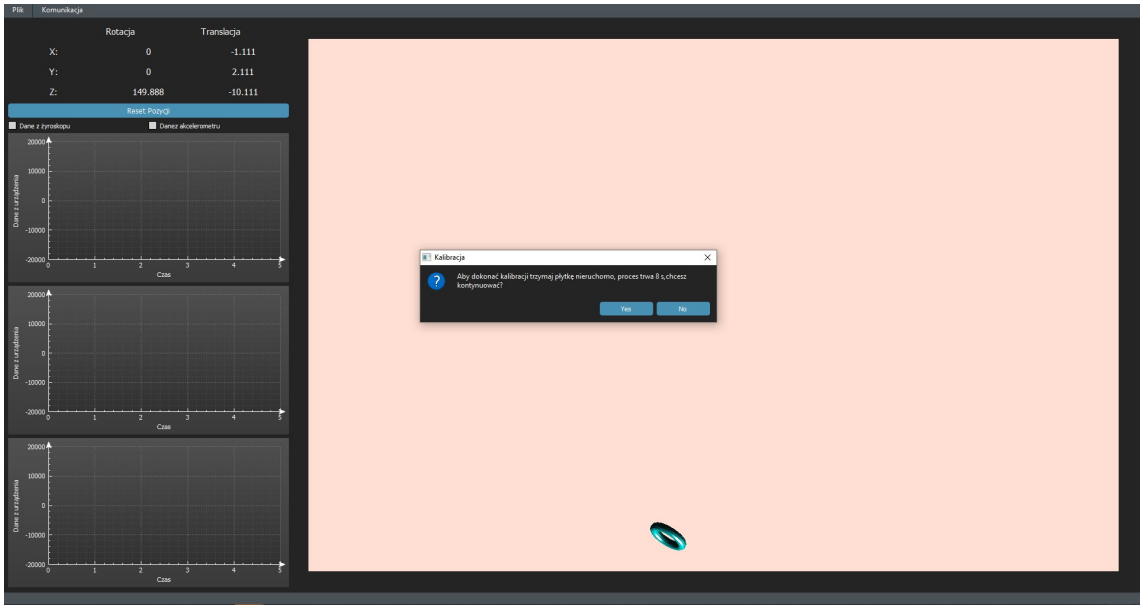
dzięki wyświetlanemu komunikatowi na pasku statusu[**6**]. Bezpieczeństwo przesyłu danych gwarantuje zastosowanie mechanizmu sumy kontrolnej, która jest wyliczana na płytce deweloperskiej przed wysyłką pakietu, a następnie dołączana jest do pakietu danych. Przy zastosowaniu tego samego algorytmu w kodzie aplikacji sprawdzamy czy wysłana wartość CRC zgadza się z tą wysłaną wcześniej z płytki. Klasa Device jest również odpowiedzialna za przetworzenie dostarczonych danych na użyteczne wartości, które możemy wykorzystać do manipulacji wczytanego przez użytkownika dowolnego modelu 3D[**2**] oraz kalibrację żyroskopu i akcelerometru.Użytkownik ma możliwość podjęcia decyzji czy chce dokonać kalibracji czujników.Podjęcie decyzji jest wykonywane przy pomocy okna dialogowego[**4**], gdzie użytkownik może kliknąć tak lub nie.Przy zdecydowaniu się na wykonanie kalibracji wyświetla się komunikat informujący o tym, że trwa proces kalibracji[**5**]. Głównym elementem aplikacji jest klasa ObjectScene, to w niej renderowany jest obiekt, który można zobaczyć w przeznaczonym do tego widgecie. Sloty tej klasy są odpowiedzialne za odbieranie emitowanych sygnałów z przetworzonymi wcześniej wartościami rotacji i translacji wizualizowanego aktualnie modelu 3D. Surowe dane otrzymywane z żyroskopu i akcelerometru możemy obserwować na wykresach[**3**] wygenerowanych za pomocą biblioteki QCustomPlot, które w czasie rzeczywistym prezentują nam w jaki sposób ruch płytki na której umieszczone są sensory wpływa na odbierane przez aplikacje dane. Minimalistyczny i przejrzysty wygląd aplikacji zapewnia napisany skrypt w pliku ”.qss”.



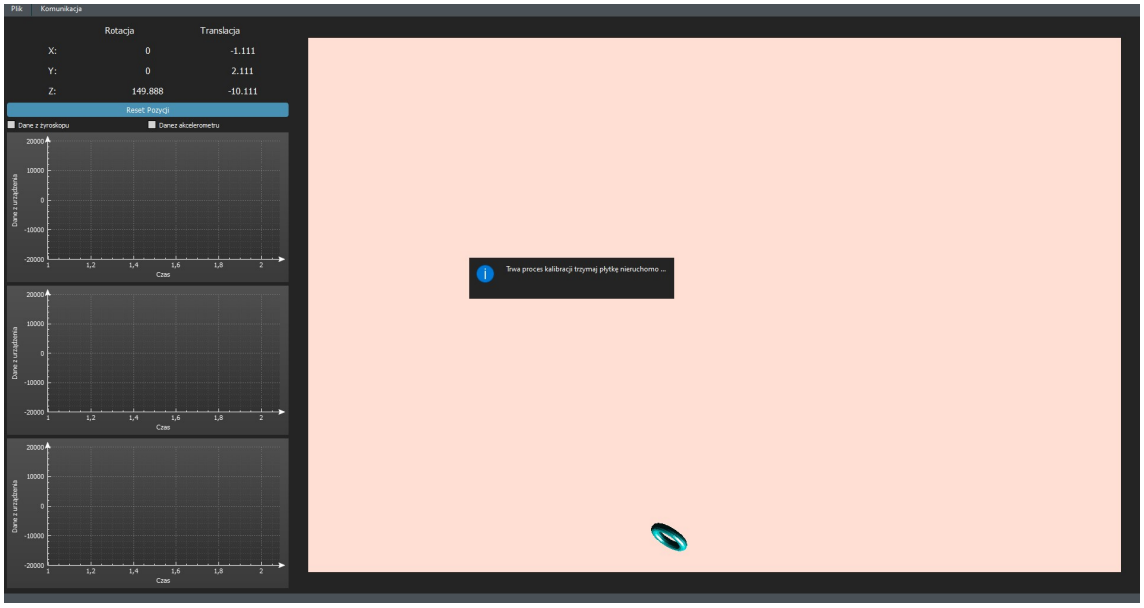
Rysunek 2: Wczytanie skomplikowanego modelu 3D i prezentacja menu komunikacji



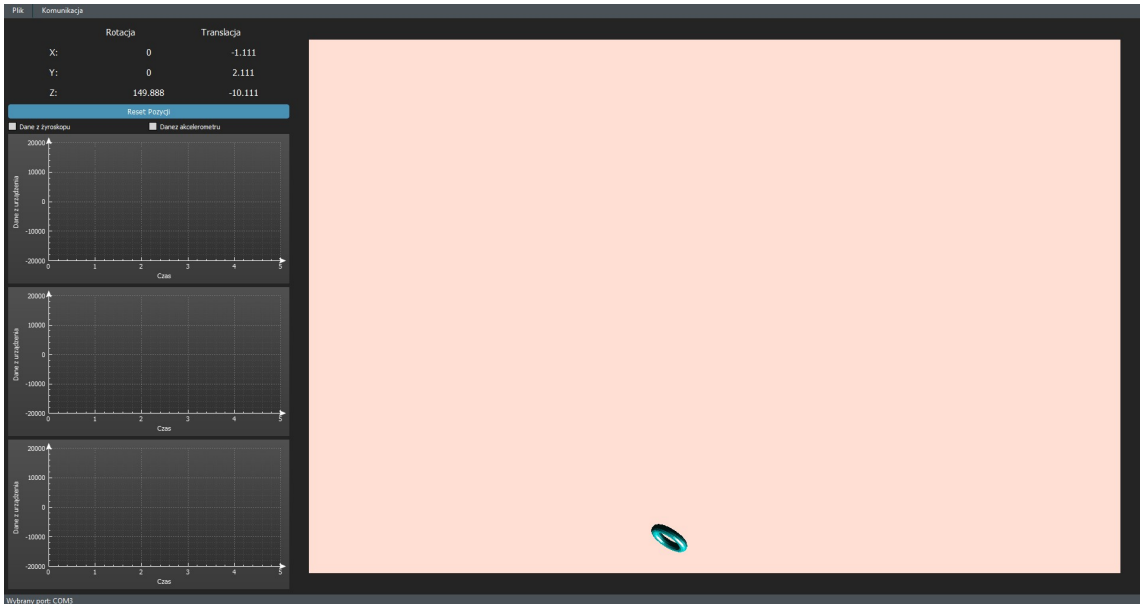
Rysunek 3: Prezentacja funkcjonujących wykresów



Rysunek 4: Prezentacja komunikatu z pytaniem do użytkownika



Rysunek 5: Prezentacja komunikatu o trwającym procesie kalibracji



Rysunek 6: Prezentacja komunikatu o wybranym porcie COM na pasku statusu

7 Kod i dokumentacja

Kod aplikacji można znaleźć w repozytorium pod linkiem:

https://github.com/AdamKubiak/WDS$_{Q}t3D$

Dokumentacja kodu programu została wygenerowana za pomocą Doxygen i jest ona dołączona do repozytorium z linku powyżej.

Literatura

[1] B. Kreczmer. *Materiały z z wykładów z kursu Wizualizacja Danych Sensorycznych.* https://kcir.pwr.edu.pl/ kreczmer/wds/.

[2] M. Patyk. *Kurs Qt komunikacja z Arduino przez UART* https://forbot.pl/blog/kurs-qt-2-komunikacja-z-arduino-przez-uart-id356017.

[3] Marek Galewski. *Aplikacje i ćwiczenia w języku C z biblioteką HAL.* Wydawnictwo BTC, Legionowo, Lipiec 2019.

[4] ST. *LM303DLHC datasheet.* https://www.st.com/resource/en/datasheet/lsm303dlhc.pdf

[5] ST. *L3GD20 datasheet.* https://www.st.com/en/mems-and-sensors/l3gd20.htmldocumentation