

PROJEKT

WIZUALIZACJA DANYCH SENSORYCZNYCH

Wizualizacja manipulatora MiLo

Bartosz Piech,



Prowadzący:

dr inż. Bogdan K



Katedra Cybernetyki i
Robotyki

Wydziału Elektroniki
Politechniki Wrocławskiej

16 marca 2026

Spis treści

1	Charakterystyka tematu projektu	1
2	Podcele i etapy realizacji projektu	1
3	Specyfikacja finalnego produktu	1
4	Terminarz realizacji poszczególnych podcelów (z dokładnością do 1 tygodnia)	2
5	Harmonogram prac - wykres Gantta	3
6	Projekt graficznego interfejsu użytkownika	4
6.1	Strona tytułowa	4
6.2	Konfiguracja aplikacji	4
6.3	Podgląd z potencjometrów	5
6.4	Sterowanie	5
6.5	Wizualizacja	6
6.6	Kinematyka odwrotna	6
7	Komunikacja z mikroprocesorem	6
8	Finalny wygląd interfejsu użytkownika	7
9	Testy	10
10	Podsumowanie	10
10.1	Wnioski	11

1 Charakterystyka tematu projektu

Projekt zakłada napisanie aplikacji okienkowej w języku C++ z użyciem biblioteki Qt w wersji 5. W aplikacji będzie znajdował się interfejs do komunikacji z mikrokontrolerem STM32 z podłączonymi serwomechanizmami tworzącymi manipulator z chwytakiem. Aplikacja będzie pokazywała dane z sensorów oraz wizualizację manipulatora w 3D. Dodatkową funkcjonalnością będzie możliwość sterowania serwomechanizmami oraz silnikiem tak, aby uzyskać żądane położenie. Do przeprowadzenia testów zostaną użyte potencjometry, z których zczytywane będą wartości napięć oraz wysyłane poprzez protokół UART do komputera.

2 Podcele i etapy realizacji projektu

Bardziej szczegółowe przedstawienie zagadnień związanych z danym tematem. Wyodrębnienie podcelów.

Lista podcelów:

- Przegląd literatury i zasobów Internetu związanych z tematem projektu
- Zainstalowanie środowiska programistycznego i niezbędnych bibliotek
- Stworzenie pierwszej aplikacji z wykorzystaniem biblioteki Qt
- Zaprogramowanie aplikacji do przesyłania informacji za pomocą interfejsu UART
- Projekt układu elektronicznego umożliwiającego połączenie potencjometrów z mikrokontrolerem
- Model 3D manipulatora
- Umożliwienie różnych metod sterowania manipulatorem
- Stworzenie interfejsu do zadawania liczenia kinematyki odwrotnej

3 Specyfikacja finalnego produktu

Finalny produkt powinien posiadać poniższe funkcjonalności:

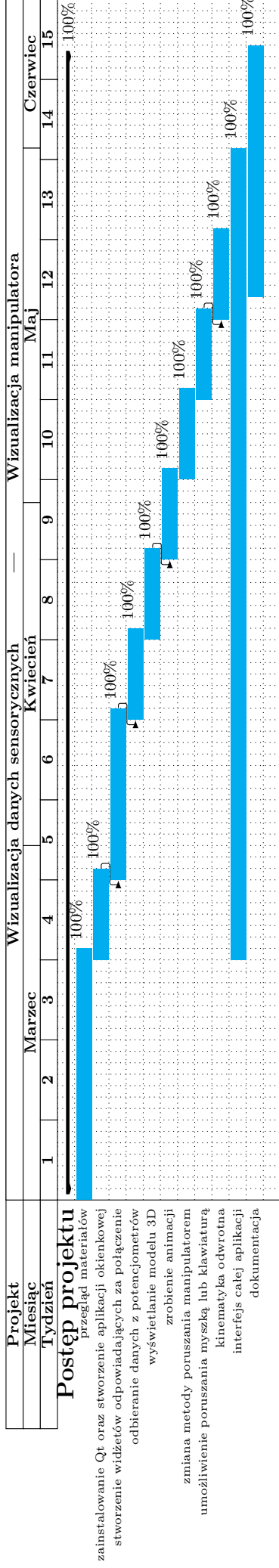
- Możliwość konfiguracji portu do komunikacji z mikrokontrolerem (UART)
- Podgląd wizualizacji danych z przetwornika ADC połączonego do potencjometrów sterujących poszczególnymi członami manipulatora zaprezentowanych za pomocą wykresów

- Model 3D manipulatora wraz z animacjami ruchu
- Możliwość zmiany metody poruszania manipulatorem – za pomocą potencjometrów lub aplikacji
- Możliwość poruszania manipulatorem za pomocą myszki lub klawiatury
- Możliwość zadawania współrzędnych do wykonywania zadania kinematyki odwrotnej manipulatora

4 Terminarz realizacji poszczególnych podcelów (z dokładnością do 1 tygodnia)

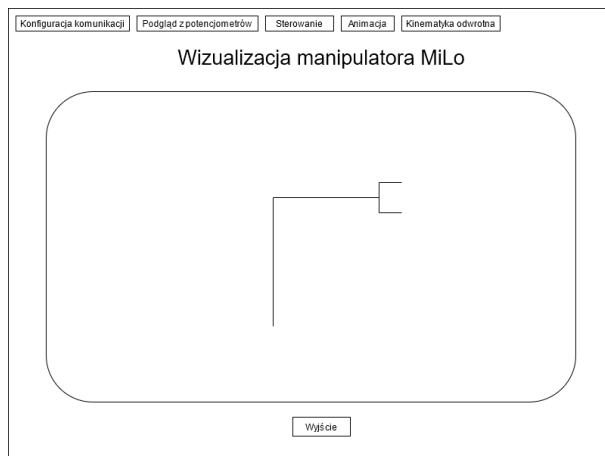
- 22 marca 2021 – zakończenie przeglądu materiałów związanych z tworzeniem manipulatora
- 29 marca 2021 – zainstalowanie biblioteki Qt oraz stworzenie aplikacji okienkowej posiadającej conajmniej jeden widżet
- 12 kwietnia 2021 – zaimplementowanie komunikacji z mikrokontrolerem STM32 poprzez interfejs UART
- 19 kwietnia 2021 – stworzenie widżetów pokazujących aktualne dane odbierane z potencjometrów
- 26 kwietnia 2021 – umieszczenie widżetu wyświetlającego modele 3D
- 10 maja 2021 – zrobienie animacji ruchu modelu manipulatora
- 17 maja 2021 – opracowanie interfejsu umożliwiającego zmianę metody poruszania manipulatorem
- 24 maja 2021 – umożliwienie sterowania manipulatorem za pomocą myszki lub klawiatury
- 31 maja 2021 – stworzenie widżetów, pozwalających na wykonywanie zadania kinematyki odwrotnej manipulatora
- 7 czerwca 2021 – stworzenie interfejsu graficznego całej aplikacji
- 14 czerwca 2021 – skończenie finalnego produktu oraz opracowanie dokumentacji aplikacji

5 Harmonogram prac - wykres Gantta



6 Projekt graficznego interfejsu użytkownika

6.1 Strona tytułowa



Rysunek 1: Pierwotna strona tytułowa aplikacji

6.2 Konfiguracja aplikacji



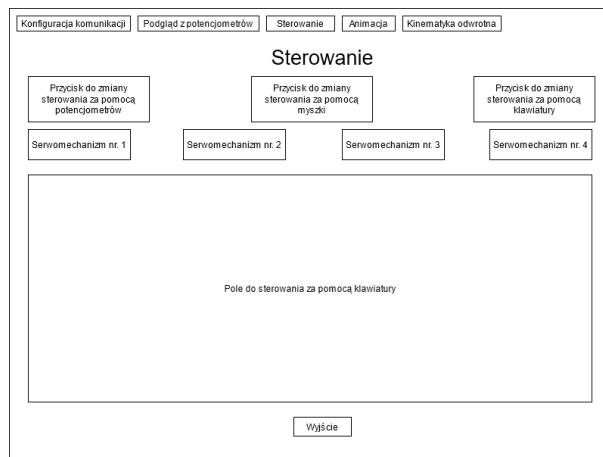
Rysunek 2: Pierwotna wersja okienka do konfiguracji komunikacji z mikrokontrolerem

6.3 Podgląd z potencjometrów



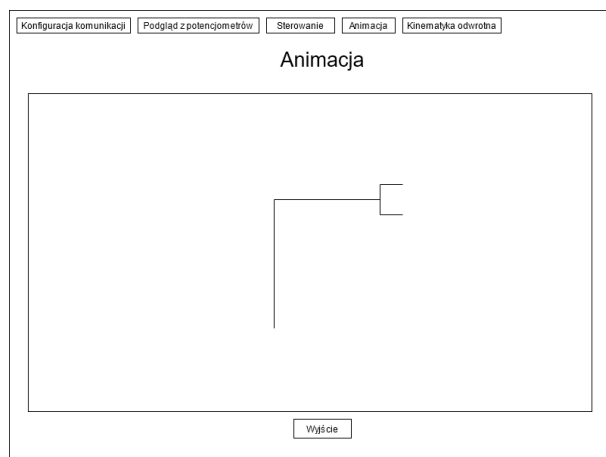
Rysunek 3: Pierwotna wersja okienka do podglądu danych z potencjometrów

6.4 Sterowanie



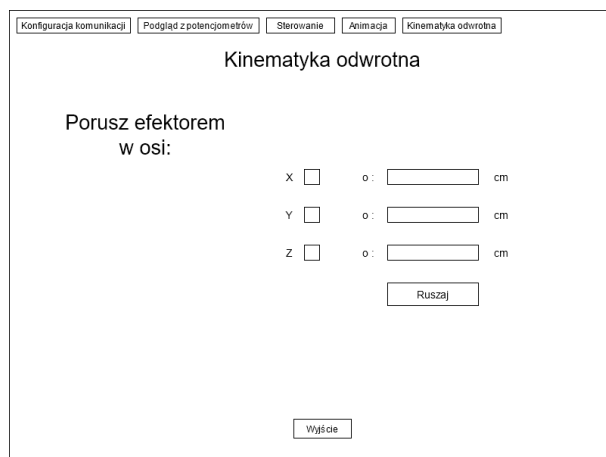
Rysunek 4: Pierwotna wersja okienka do wyboru sterowania manipulatorem

6.5 Wizualizacja



Rysunek 5: Pierwotna wersja okienka, w którym pokazana jest wizualizacja manipulatora

6.6 Kinematyka odwrotna



Rysunek 6: Pierwotna wersja okienka, w którym zadawane są koordynaty do przeprowadzenia zadania kinematyki odwrotnej

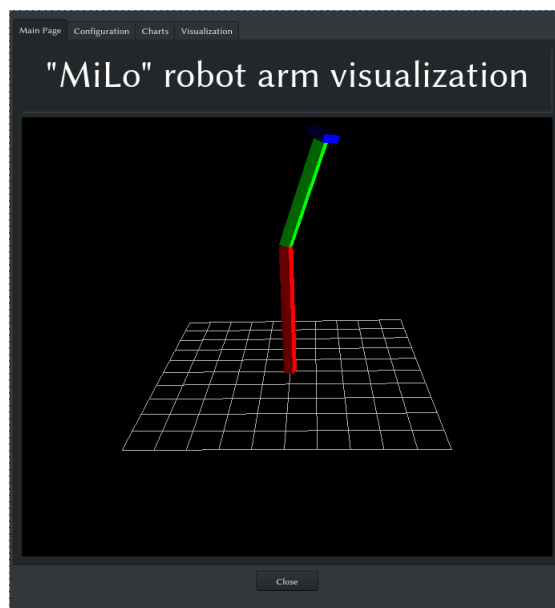
7 Komunikacja z mikroprocesorem

Komunikacja z mikroprocesorem będzie się odbywała poprzez interfejs UART, tj. uniwersalny port szeregowy. Maksymalna prędkość transmisji tego interfejsu wy-

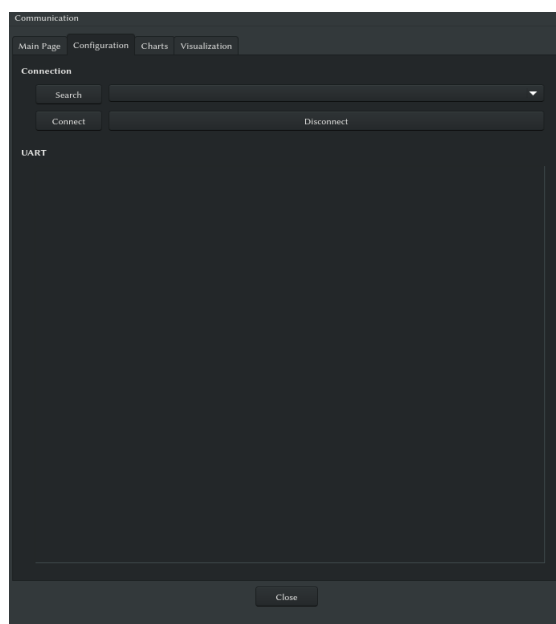
nosi około 9Mbit/s, jest to niezbyt duża prędkość do naszych potrzeb. Transmisja po UART jest zaprojektowana w taki sposób, że wysyłane są pakiety o wielkości od 11 do 13 bitów, 1 bit startowy, od 7 do 9 bitów ramki danych, 1 bit parzystości, oraz 1 do 2 bitów końcowych. Po nawiązaniu połączenia pomiędzy komputerem a urządzeniem, komputer wysyła pakiety z komunikatami lub zapytaniami do mikrokontrolera, który nasłuchuje wiadomości oraz wysyła odpowiedzi. Pod koniec każdej wiadomości jest wysyłana suma kontrolna w celu sprawdzenia poprawności wysyłanych danych.

8 Finalny wygląd interfejsu użytkownika

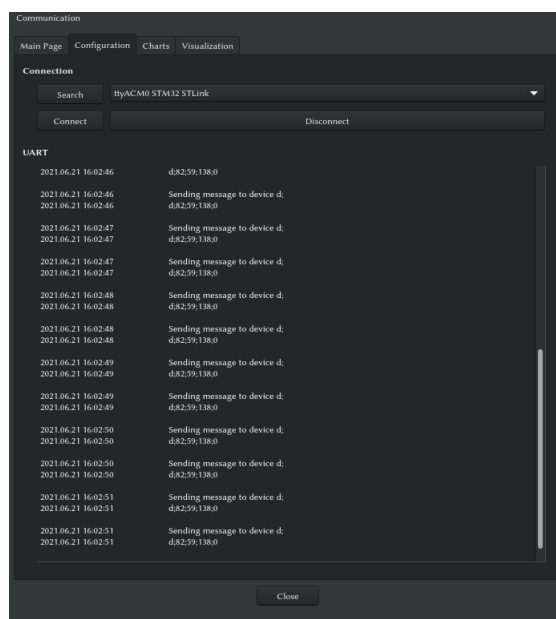
Poniżej przedstawiono zrzuty ekranu wyglądu aplikacji. Rysunek numer [7](#) przedstawia wygląd okna głównego pokazujący animację manipulatora. Do podłączenia z mikrokontrolerem wykorzystywane jest okienko [8](#). Po wyszukaniu urządzenia podłączonego z komputerem oraz wybraniu go z listy urządzeń zostaną pokazane dane przesyłane z i do urządzenia w okienku "UART" pokazanym na rys. [9](#). Dane odbierane z enkodera są przesyłane dzięki mikrokontrolerowi poprzez interfejs UART i wyświetlane w okienku [10](#). Ostatnie okienko odpowiada za wizualizację manipulatora oraz zadawanie mu współrzędnych do liczenia kinematyki odwrotnej, działanie pokazane jest na rysunku [11](#).



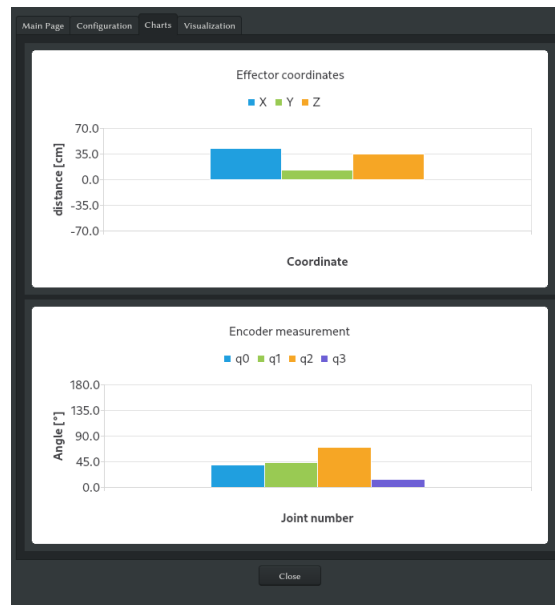
Rysunek 7: Główne okno aplikacji pokazujące animację manipulatora



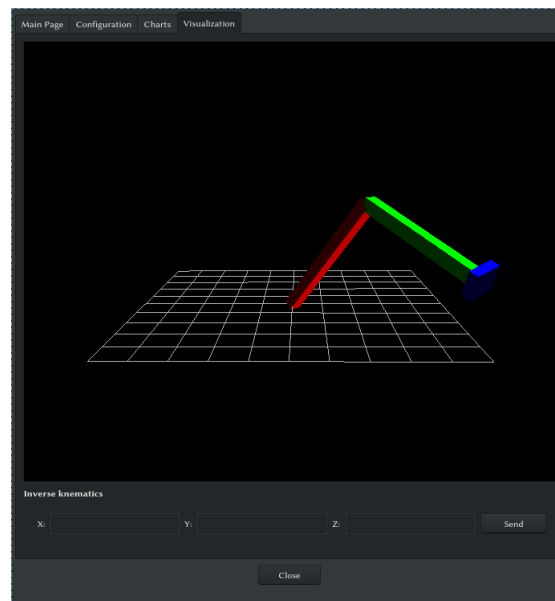
Rysunek 8: Okno konfiguracji przed połączeniem z urządzeniem



Rysunek 9: Okno konfiguracji po skonfigurowaniu komunikacji z mikrokontrolerem



Rysunek 10: Okno aplikacji pokazujące dane odebrane z mikrokontrolera na wykresie słupkowym



Rysunek 11: Okno aplikacji pokazujące wizualizację manipulatora oraz możliwość zadania koordynatów do policzenia kinematyki odwrotnej

9 Testy

Po połączeniu mikrokontrolera STM32 Nucleo do komputera oraz do złożonego wcześniej manipulatora przetestowano działanie serwomechanizmów oraz odbioru danych z enkodera. Wszystkie funkcjonalności działały pomyślnie. Manipulator, podłączony do płytki jest widoczny na rysunku nr [12](#)



Rysunek 12: Działający manipulator połączony do STM32 Nucleo oraz do komputera

10 Podsumowanie

Aplikacja okienkowa została zakończona na czas, zgodnie z oczekiwaniami. Wszystkie zadania zostały zrealizowane. Przy rozwijaniu projektu zauważono lekkie nieścisłości związane początkowym wyglądem aplikacji, na przykład okienko do zadawania kinematyki odwrotnej było oddzielone od okienka wizualizacji, co uniemożliwiało podgląd oraz sprawdzenie działania algorytmu. Oprócz tych zmian w wyglądzie interfejsu użytkownika, żadne inne założenia nie zostały zmienione.

10.1 Wnioski

Stworzenie wykresu Gantta pozwoliło określić jakie zadanie ma zostać zrealizowane w danym przedziale czasowym. Pozwoliło to uniknąć opóźnień związanych z realizacją projektu.

OpenGL ułatwił w znaczący sposób tworzenie modelu 3D manipulatora. Do Pracy z biblioteką użyto QGLViewer, czyli widgetu pozwalającego na łatwe obracanie modelem przy użyciu myszy i klawiatury.