1. Komunikacja z symulatorem Laparo

Komunikacja z urządzeniem odbywa się za pomocą danych wysyłanych po interfejsie USB. Mikroprocesor zamontowany w urządzeniu zarówno interpretuje dane przychodzące, jak i wysyła własne.

1.1. Komendy wysyłane do symulatora

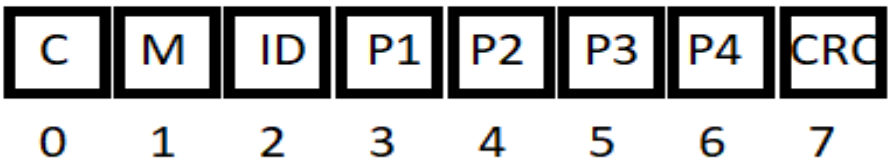
Urządzenie potrafi interpretować szereg komend. Muszą one zostać wysłane w postaci 8 bajtów, dokładna struktura ma postać:

1. Bajt 0x43, będący częścią protokołu, konsekwencje jego braku nie są jeszcze znane
2. Bajt 0x4D, będący częścią protokołu, konsekwencje jego braku nie są jeszcze znane
3. Bajt stanowiący identyfikator konkretnej komendy
4. Cztery bajty stanowiące parametry komendy, w przypadku ich braku - zera
5. Bajt stanowiący sumę kontrolną, będący częścią protokołu, obecnie wygląda, że jego brak nie powoduje błędów

1.2. Suma kontrolna

Każda komenda wysłana do urządzenia musi być zakończona bajtem z obliczoną sumą kontrolną.Jest ona liczona jako wynik dodania wszystkich pozostałych bajtów w komendzie (bajty 0 do 6). Obecnie nie wiadomo, co dzieje się w przypadku wartości większej niż 255, która nie zmieści się na jednym bajcie.

Poniżej znajduje się graficzne przedstawienie komendy



1.3. Identyfikatory komend

1. Bajt 0x50 reprezentuje komendę odpowiedzialną za pingowanie, nie przyjmuje żadnych parametrów
2. Bajt 0x53 reprezentuje komendę odpowiedzialną za rozpoczęcie nadawania danych przez urządzenie, nie przyjmuje żadnych parametrów

1.4. Identyfikatory komend o niepotwierdzonym działaniu

1. Bajt 0x54 reprezentuje komendę nazwaną OUT_SET_TOOL_TYPE

2. Bajt 0x49 reprezentuje komendę nazwaną OUT_SET_STATE_IDLE
3. Bajt 0x42 reprezentuje komendę nazwaną OUT_SET_STATE_BOOTLOADER
4. Bajt 0x4D reprezentuje komendę nazwaną OUT_SET_STATE_MEMS_CALIB
5. Bajt 0x43 reprezentuje komendę nazwaną OUT_SET_STATE_PROX_CALIB

1.5. Pingowanie urządzenia

Po zainicjowaniu komunikacji z urządzeniem, aby ją utrzymać, należy wysyłać komendy 0x50. Jeżeli urządzenie nie otrzyma komendy 0x50 w czasie 1 s od ostatniej komendy 0x53 lub 0x50, zamknie swój koniec kanału komunikacyjnego.

1.6. Dane wysyłane przez symulator

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy, urządzenie wysyła wszystkie dane z czujników w równych odstępach czasu równych 10 ms. Dane mają postać ciągu bajtów zakończonego sumą kontrolną. Program testowy dowodzi jednak, że dane wysyłane są rzadziej - mniej więcej co 30ms. Ponadto w ramach jednego komunikatu wysyłanych jest wiele danych.

1.6.1. Ramka wysyłana przez urządzenie ma następującą postać:

- Bajt 0x43
- Bajt 0x4D
- Bajt symbolizujący charakter wysłanych danych (patrz dalej)
- Bajty składające się na konkretne dane, ich ilość jest zależna od poprzedniego bajtu
- Suma kontrolna

1.6.2. Bajt nr 3 może mieć następujące wartości:

- 0x00 - brak komendy
- 0x52 - dostarczone dane dotyczą położenia końcówki jednego ze szczypiec
- 0x4D - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczone jako “IN_RESULTS_CAM”
- 0x41 - dostarczone dane dotyczą przyśpieszenia
- 0x56 - dostarczone dane dotyczą prędkości
- 0x4F - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczone jako “IN_RESULTS_OSC”
- 0x44 - dostarczone dane dotyczą odległości
- 0x53 - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczone jako “IN_RESULTS_CLAMPS_S”
- 0x43 - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczone jako “IN_RESULTS_CLAMPS”
- 0x49 - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczone jako “IN_RESULTS_INFO”

1.6.3. Postać danych

W przypadku danych o położeniu (bajt 0x52) - dane te mają postać:

- Bajt wskazujący, którego ze szczypiec dotyczą dane, ma możliwe wartości: 0x4C - lewy szczypiec, 0x52 - prawy szczypiec, 0x41 - w dostarczonym kodzie źródłowym oznaczony jako “SIDE_ASSIST”

- 4 bajty symbolizujące głębokość końcówki szczypca
- 16 bajtów reprezentujące 4-liczbowy kwaternion oznaczający położenie końcówki
- 4 bajty reprezentujące rotację końcówki
- 4 bajty reprezentujące kąt pod jakim znajduje się końcówka

W przypadku danych symbolizowanych przez A, V, D, S, C lub O, dane mają postać:

- Bajt, którego znaczenia nie udało się poznać ze statycznej analizy dostarczonego kodu źródłowego
- 4 bajty reprezentujące konkretne dane

W wszystkich powyższych przypadkach zestawy 4 bajtów należy odczytywać jako liczbę zmiennoprzecinkową pojedynczej precyzji.

2. Biblioteka służąca do komunikacji z symulatorem Laparo

Biblioteka udostępniona jest za pomocą pliku .dll, który należy dodać do swojej aplikacji jako referencję.

Biblioteka odpowiada za całość komunikacji z urządzeniem, udostępniając użytkownikowi interfejs umożliwiający pobieranie danych z symulatora oraz testowanie aplikacji w przypadku braku dostępu do urządzenia.

2.1. Interfejs publiczny

Biblioteka udostępnia interfejs ILaparoComunnicator, która odpowiada za całość komunikacji z urządzeniem. Ponadto dostępne są również klasy będące modelami danych.

2.1.1.Interejs ILaparoComunnicator

Stanowi interfejs pomiędzy użytkownikiem biblioteki, a symulatorem.

2.1.1.1. Implementowane interfejsy:
IDisposable() : umożliwia używanie interfejsu w blokach using

2.1.1.2. Publiczne metody

- GetDataInEuler() : EulerData - zwraca najnowsze dane z urządzenia w formie kątów Eulera
- GetDataInQuaternion() : QuaternionData - zwraca najnowsze dane z urządzenia w formie kwaternionu

2.1.2.Klasa CommunicatorFactory

Klasa służąca do otrzymywania odpowiedniej implementacji interfejsu ILaparoCommunicator.

2.1.2.1. Publiczne metody statyczne:

- GetMock(string path) - tworzy implementację, która będzie pobierać dane ze wcześniej przygotowanego pliku.
- GetCommunicator - tworzy implementację komunikującą się z symulatorem.

2.1.3.Używanie plików w zastępstwie urządzenia

Klasa CommunicatorFactory umożliwia stworzenie implementacji interfejsu ILaparoCommunicator, która czyta dane z plików przez co umożliwia tworzenie i testowanie aplikacji bez dostępu do symulatora.

Metodzie GetMock należy przekaż ścieżkę do folderu, który zawiera trzy pliki:

- cartesian.tsv
- euler.tsv
- quaternion.tsv

Odczytywane będą tylko pliki w formacie .tsv. Pojedyncze liczby zmiennoprzecinkowe oddzielone są od siebie za pomocą znaku '/t'. Linie naprzemiennie odczytywane są jako dane z lewej i prawej końcówki.

Pozycja ostatniej wczytanej linii jest wspólna, więc po wczytaniu dwóch linijek z danych kartezjańskich, czytanie danych w kwaternionach rozpocznie się od linii nr 3. Dane będą czytane w pętli zapewniając niezależność od długości pliku. Ponadto klasa wczytuje wszystkie dane podczas tworzenia objektu, więc zmiany w pliku nie będą od razu widoczne w programie.

2.1.4.Klasy- modele danych

2.1.4.1.1. Klasa EulerData

Reprezentuje położenia końcówek obu szczypiec za pomocą kątów Eulera.

2.1.4.1.1.1. Publiczne właściwości:

- LeftAngles : double[] - tablica kątów alfa, beta, gamma lewej końcówki
- RightAngles : double[] - tablica kątów alfa, beta, gamma prawej końcówki

2.1.4.1.2. Klasa QuaternionData

Reprezentuje położenia końcówek obu szczypiec za kwaternionów.

2.1.4.1.2.1. Publiczne właściwości

- LeftQuaternion : double[] - kwaternion reprezentujący położenie lewej końcówki
- RightQuaternion : double[] - kwaternion reprezentujący położenie prawej końcówki

Wszystkie powyższe klasy przeciążają metodę ToString(), aby zapewnić łatwe wypisanie danych.

2.1.5.Klasa LaparoCommunicatorImpl

Klasa wyszukuje urządzenie Laparo wśród portów seryjnych komputera, inicjalizuje komunikację z nim, a następnie tworzy dwa wątki, z których jeden zajmuje się pingowaniem urządzenia, a drugi odczytywaniem danych przez nie wysłanych.

2.1.5.1. Implementowane interfejsy

ILaparoCommunicator

2.1.5.2. Pola prywatne

- port : System.IO.SerialPort - służy do komunikacji z urządzeniem
- pingerThread : System.Threading.Thread - reprezentuje wątek odpowiedzialny za pingowanie urządzenia
- receiverThread : System.Thread.Thread - reprezentuje wątek odpowiedzialny za odczytywanie danych otrzymanych od urządzenia

2.1.5.3. Metody publiczne:

- Dispose() - funkcja interfejsu IDisposable, zatrzymuje oba wątki stworzone podczas inicjalizacji
- GetCartesianData() : CartesianData – zwraca odpowiednio wypełnione dane dla prawej i lewej końcówki w postaci współrzędnych kartezjańskich
- GetEulerData() : EulerData - zwraca odpowiednio wypełnione dane dla prawej i lewej końcówki w postaci kątów Eulera
- GetQuaterionData : QuaterionData - zwraca odpowiednio wypełnione dane dla prawej i lewej końcówki w postaci kwaternionu

2.1.5.4. Metody prywatne

- SetPort() - przeszukuje urządzenia podłączone do portów szeregowych w poszukiwaniu symulatora Laparo. Inicjuje pole port nazwą portu, na którym znajduje się symulator z częstotliwością komunikacji 9600, 8 bitami danych, bez bity parzystości i jednym bitem stopu. Rzuca IOException, jeżeli nie znajdzie urządzenia.
- PingDevice() - w nieskończonej pętli wysyła komendę PING do urządzenia i usypia wątek na 1s
- ReceiveData() - w nieskończonej pętli odczytuje wszystkie bajty z pola port, wypisuje je na konsolę i usypia wątek na 10ms
- SendCommand(OutCommand command) - tworzy tablicę 8 bajtów z podanego obiektu komendy, uzyskuje blokadę na pole port i wysyła dane
- InitializeThreads() - inicjalizuje pole pingerThread wątkiem wykonującym metodę PingDevice() oraz pole receiverThread wątkiem wykonującym metodę ReceiveData()

2.1.6.Klasa IntrernalData

Klasa jest odpowiedzialna za interpretację danych otrzymanych od symulatora.

2.1.6.1. Klasa wewnętrzna: Data

Jest odpowiedzialna za przechowywanie danych otrzymanych od symulatora o konkretnej końcówce. Posiada pola reprezentujące odległość, oscylację, prędkość i przyspieszenie oraz kwaternion i kąty Eulera, które wysyła symulator.

2.1.6.2. Metody publiczne:

- ProccessData(byte[] bytes) : intepretuje otrzymaną tablice bajtów na podstawie znanego schematu ramki danych. Wypełnia odpowie pola klasy Data.
- GetQuad(Side s) : zwraca tablicę liczb zmiennoprzecinkowych, które reprezentują kwaternion mówiący o położeniu danej końcówki.
- GetAngles(Side s) : zwraca tablicę liczb zmiennoprzecinkowych, które reprezentują kąty Eulera konkretnej końcówki.

2.1.7.Klasa OutCommand

Reprezentuje komendę wysyłaną do urządzenia. Obecnie nie umożliwia podawania parametrów komendy.

2.1.7.1. Publiczne konstruktory

- OutCommand(OutCommandId ID) - inicjalizuje pole id argumentem ID oraz wywołuje metodę CalculateCrc()

2.1.7.2. Prywatne pola

- Id : byte - reprezentuje id komendy
- crc : byte - reprezentuje sumę kontrolną komendy

2.1.7.3. Prywatne metody

- CalculateCrc() - oblicza sumę kontrolną komendy i ustawia na nią pole crc

2.1.7.4. Typ wyliczeniowy OutCommandId

Typ wyliczeniowy typu byte reprezentuje id komendy.

2.1.7.4.1. Publiczne pola:

- PING - wartość 0x50
- SET_STATE_SENDING - wartość 0x53

3. Dostarczony program LaparoTester

Program ten korzysta z biblioteki LaproCommunicator, aby pokazać jej działanie w przypadku korzystania z gotowego zestawu danych.
Uruchomienie programu wymaga skopiowania dostarczonego folderu „data” do lokalizacji „C:/”.

Program po uruchomieniu wyświetli dane ze wszystkich plików w folderze „data” (niemożliwe jest rozróżnienie formatu danych).

4. Program LaparoTester2

Uwaga: obecnie wykonanie programu jest powstrzymane przez wyjątek podczas parsowania danych otrzymanych od symulatora.

Uwaga: program wymaga uprawnień administratora! W przypadku debugowania, środowisko programistyczny musi zostać uruchomione jako administrator.

Po uruchomieniu programu pojawia się konsola. W przypadku braku urządzenia wypisany zostanie odpowiedni komunikat.

W przypadku odnalezienia podłączonego symulatora, program zaczyna czytać dane otrzymane od niego. Dane nie są wypisywane, ale sposób jego działania można zobaczyć czytając plik „C;/laparo_logs.txt”. Próba pobrania danych jest wykonywana co 10ms.

Program wstrzymuje swoje działanie po krótkim czasie (około minuty).

4.1. Schemat blokowy działania programu