

AUTOMATYKA POJAZDOWA

Laboratorium nr xx: Duckiebot line follower - PID

1 Cele ćwiczenia

Celem zajęć jest implementacja dyskretnego regulatora PID realizującego zadanie nadążania za linią autonomicznego robota Duckiebot.

2 Wymagane kwalifikacje osób realizujących ćwiczenie

2.1 Przygotowanie do zajęć

Do realizacji ćwiczenia potrzebne są następujące kwalifikacje:

- umiejętność programowania w środowisku MATLAB;
- znajomość protokołu komunikacyjnego CAN;
- znajomość koncepcji rozproszonych systemów sterowania;
- znajomość podstaw elektroniki i systemów mikroprocesorowych.

Dodatkowo w celu poprawnej realizacji ćwiczenia konieczna jest znajomość przybornika *Vehicle Network Toolbox* [?] będącego częścią środowiska MATLAB; w szczególności istotna będzie obsługa komunikacji CAN (tj. wysyłanie ramek, odbieranie ramek, tworzenie ramek) z poziomu Simulinka oraz znajomość i sposób wykorzystania plików DBC [?, ?].

2.2 Kryteria weryfikacji

Przed rozpoczęciem laboratorium odbędzie się wstępna weryfikacja niezbędnych umiejętności, które student powinien opanować, aby poprawnie i w zadanym czasie wykonać ćwiczenie. Test weryfikujący będzie dotyczył umiejętności programowania w środowisku MATLAB, znajomości przybornika *Vehicle Network Toolbox*, znajomości formatu DBC oraz protokołu komunikacyjnego CAN.

Weryfikacja ma formę 5 pytań, które są zadawane przez Prowadzącego ćwiczenia danej grupie projektowej (zob. tab. ??). Brak poprawnej odpowiedzi przez grupę na zadane pytanie oznacza 0 punktów, częściowo poprawna lub niepełna odpowiedź oznacza 1 punkt, pełna i poprawna odpowiedź to 2 punkty. Warunkiem koniecznym dopuszczenia grupy do laboratorium jest uzyskanie

przez nią 5 punktów na 10 możliwych. W przypadku niedopuszczenia grupy do zajęć, grupa przystępuje do ponownego wykonania tego samego ćwiczenia na kolejnych zajęciach włączając to test kwalifikacyjny.

Tabela 1: Elementy testu weryfikacyjnego oraz stosowana punktacja: 0 - w przypadku braku lub niepoprawnej odpowiedzi, 1 - w przypadku częściowo poprawnej lub niepełnej odpowiedzi, 2 - w przypadku pełnej i poprawnej odpowiedzi.

Element testu weryfikacyjnego	Punktacja
Pytanie sprawdzające nr 1	0, 1 lub 2
Pytanie sprawdzające nr 2	0, 1 lub 2
Pytanie sprawdzające nr 3	0, 1 lub 2
Pytanie sprawdzające nr 4	0, 1 lub 2
Pytanie sprawdzające nr 5	0, 1 lub 2

3 Opis stanowiska laboratoryjnego

Do wykonania ćwiczenia jest potrzebny komputer PC z zainstalowanym pakietem MATLAB wraz z przybornikami: Simulink i *Vehicle Network Toolbox*. Ikona programu MATLAB znajduje się na pulpicie komputera (zob. rys. ??). Przybornik (z ang. *toolbox*) Simulink (rys. ??) uruchamia się z głównego okna programu MATLAB. Przybornik *Vehicle Network Toolbox* oferuje również bibliotekę bloczków, które można wykorzystać z poziomu Simulinka. Dokumentacja techniczna

Rysunek 1: Ikona programu MATLAB.

Rysunek 2: Okno bibliotek Simulinka.

środowiska MATLAB i wszystkich oferowanych przyborników jest dostępna poprzez stronę internetową firmy MathWorks [?].

Komputer PC musi być dodatkowo wyposażony w interfejs CAN (np. kartę CANcardXL lub moduł VN od firmy Vector Informatik GmbH) za pomocą którego będzie można się komunikować z zestawem wskaźników deski rozdzielczej (zob. rys. ??).

Rysunek 3: Połączenie komputera PC z zestawem wskaźników deski rozdzielczej.

Zamiast środowiska MATLAB/Simulink oraz przybornika *Vehicle Network Toolbox* można wykorzystać środowisko CANoe od firmy Vector Informatik GmbH. W takim przypadku jest potrzebna pełna wersja programu.

4 Wymagane informacje do realizacji ćwiczenia

Plik DBC (*CAN Database Container*) zawiera definicje sygnałów i komunikatów oraz wiele innych informacji związanych z siecią CAN [?]. Format pliku jest quasi-standardem opracowanym i zastrzeżonym przez niemiecką firmę Vector Informatik GmbH, która jest głównym dostawcą oprogramowania do odczytu i edycji plików o rozszerzeniu DBC. Podstawowymi narzędziami do obsługi tego formatu są programy CANdb++ Editor, CANalyzer oraz CANoe.

5 Przebieg ćwiczenia

Tematem laboratorium jest opracowanie aplikacji, za pomocą której będzie możliwe sterowanie zestawem wskaźników w samochodzie. Zestaw wskaźników będący przedmiotem ćwiczenia jest w samochodzie podłączony do magistrali CAN, po której komunikuje się on z pozostałymi układami. Zestawy wskaźników we współczesnych samochodach można traktować jako elementy rozproszonego systemu informacji i rozrywki. Współczesne wersje deski rozdzielczej są bowiem konfigurowalnymi panelami z multimedialnymi funkcjami.

Sterowanie zestawem wskaźników na ćwiczeniu laboratoryjnym powinno się odbywać z komputera PC wyposażonego w odpowiedni interfejs CAN. Na komputerze PC za pomocą oprogramowania MATLAB lub CANoe należy zbudować model symulacyjny, który będzie wysyłał na magistralę CAN określone informacje. Informacje te po odebraniu i odpowiedniej interpretacji zostaną wyświetlone przez zestaw wskaźników.

Zestaw wskaźników należy podłączyć do zasilacza z ustawionym napięciem wyjściowym na poziomie 12 V oraz maksymalnym natężeniem prądu na poziomie 1 A. Przewód komunikacyjny należy podłączyć bezpośrednio do kabla CAN Transceiver, który z drugiej strony łączy się z kartą modułem komunikacyjnym Vector VN5640 znajdującej się w komputerze (zob. rys. ??).

W dalszej części instrukcji zostały podane kroki niezbędne do zbudowania modelu symulacyjnego z poziomu środowiska MATLAB.

- (1) Uruchomić program MATLAB oraz przybornik Simulink.
- (2) W programie po kliknięciu w pole symulacji należy wpisać *can*. Pojawia się bloczki, które odpowiadają za obsługę magistrali CAN. Drugim sposobem jest skorzystanie z biblioteki bloczków Simulinka. Interesujące nas bloczki znajdują się w bibliotece *Vehicle Network Toolbox* -> *CAN Communication* (rys. ??).

Rysunek 4: Biblioteka bloczków Simulinka z blokami przybornika *Vehicle Network Toolbox*.

- (3) Najważniejszym bloczkiem jest blok komunikacji pomiędzy Simulinkiem a magistralą CAN, czyli *CAN Configuration* (rys. ??). W polu *Device* wybieramy podłączone do komputera

Rysunek 5: Blok komunikacji *CAN Configuration*.

urządzenie CAN. W naszym przypadku jest to Vector VN5640 posiadające dwa kanały.

Wybieramy kanał (Channel 17), do którego podłączona jest deska rozdzielcza za pomocą kabla. Prędkość ustawiamy na 500 kbs.

- (4) Do wysyłania ramek na magistralę potrzebne nam są dwa bloczki: *CAN Pack* oraz *CAN Transmit*. Pierwszy służy do tworzenia ramki CAN z wartości przypisanych do sygnałów. W naszym przypadku korzystając z bazy danych ramek CAN dla deski rozdzielczej otrzymamy gotowy bloczek, do którego będzie można podpinąć odpowiednie wartości do odpowiednich wyprowadzeń sygnałów. W polu *Data is input as* wybieramy *CANdb specified signals*. Pozwala to na dołączenie bazy danych, w której zdefiniowane są wiadomości oraz sygnały. Pole *CANdb file* służy do dołączenia bazy danych zawierającej informację o ramach CAN. W przypadku deski rozdzielczej baza ta nazywa się *database.dbc* i można ją pobrać z platformy e-learningowej Moodle. Poniżej (zob. rys. ??) znajduje się lista wiadomości, z której możemy wybrać ramkę, którą będzie reprezentował bloczek *CAN Pack*. Podgląd sygnałów w ramce znajduje się u dołu okna. Po edycji bloczek *CAN Pack* powinien wyglądać tak, jak

Rysunek 6: Parametry bloku *CAN Pack*.

na rys. ?. Po lewej stronie widać sygnały, a po prawej wyjście ramki CAN, które podłączamy do bloczka *CAN Transmit*. Bloczek ten pozwala na wybranie urządzenia, na które ma zostać wysłana ramka. Dodatkowo posiada on możliwość transmitowania ramki cyklicznie. Doświadczalnie ustalono, że w celu poprawnego działania bloczek powinien transmitować cyklicznie wiadomości z okresem 0.01 s (zob. rys. ?).

Rysunek 7: Wygenerowany bloczek *CAN Pack*.

Rysunek 8: Parametry bloku *CAN Transmit*.

- (5) Do interesujących nas sygnałów należy podłączyć bloczki *Constant*, które pozwolą na modyfikację wartości w trakcie działania programu.
- (6) W celu uruchomienia deski rozdzielczej należy dodać za pomocą bloczka *CAN Pack* wiadomości *HMIOM_DISP_01P* oraz *HMIOM_DISP_11P* odpowiednio ustawionymi sygnałami znajdującymi się w tab. ?. Wartości innych sygnałów można sprawdzić w programie CANdb++ Editor po wczytaniu interesującej nas bazy danych. Pamiętać należy, że w do bloczka *Constant* można wprowadzić tylko dane w dziesiętnym formacie liczb.

Rysunek 9: Podgląd bazy danych DBC w programie CANdb++ Editor.

- (7) Ramki *HMIOM_DISP_01P* oraz *HMIOM_DISP_11P* wysyłane cyklicznie zapewniają pracę deski rozdzielczej. W celu sterowania deską w czasie rzeczywistym można z bazy danych DBC wybrać sygnały odpowiadające za aktywację poszczególnych funkcji wyświetlacza (zob. rys. ?).

Tabela 2: Sygnały sterujące pracą zestawu wskaźników deski rozdzielczej.

Sygnał	Wiadomość	Wartość hex	Wartość dec
<i>VehicleMode_Running</i>	<i>HMIHOM_DISP_01P</i>	0x6	6
<i>VehicleMode_UB</i>	<i>HMIHOM_DISP_01P</i>	0x1	1
<i>DIDilluminationLevel_cmd</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0xFF	255
<i>LEDIntensity</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0x10	16
<i>GaugeIllumLevelCmd</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0xFF	255
<i>ContrastLevelCmd</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0x7F	127
<i>TelltaleIntensity</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0x10	16
<i>BacklightCmd</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0x10	16
<i>ClusterDisIllLvlCmd</i>	<i>HMIHOM_DISP_11P</i>	0xFF	255

Rysunek 10: Funkcje zestawu wskaźników deski rozdzielczej.

6 Sprawozdanie z realizacji ćwiczenia

6.1 Wymagania dotyczące sprawozdania

Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego powinno zawierać następujące elementy:

- Informacje o zespole realizującym ćwiczenie;
- Sformułowanie problemu;
- Sposób rozwiązania problemu;
- Wyniki przeprowadzonych analiz, symulacji, testów i eksperymentów;
- Wnioski.

Do wykonania sprawozdania należy wykorzystać szablon, który jest umieszczony na platformie e-learningowej Moodle. Informacje związane z każdym z elementów sprawozdania A-E powinny znaleźć się na tylko na jednej stronie zgodnie z przygotowanym szablonem. Przebieg i rezultaty ćwiczenia należy przedstawić w sposób jednocześnie zwarty ale na tyle bogaty w informacje, aby osoba przeglądająca sprawozdanie mogła na jego podstawie odtworzyć przebieg ćwiczenia. Każde sprawozdanie powinno łącznie zawierać pięć stron.

Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych (jedno na grupę laboratoryjną) należy wysłać w postaci pliku PDF poprzez platformę e-learningową Moodle najpóźniej przed rozpoczęciem kolejnych zajęć. Plik ze sprawozdaniem należy nazwać zgodnie z poniższym schematem:

$$AP_LXX_RRRRMMDD_HHMM_GGY.pdf, \quad (1)$$

gdzie *AP* jest skrótem od nazwy przedmiotu Automatyki Pojazdowej, *LXX* oznacza numer ćwiczenia laboratoryjnego, np. *L01*, *L02* itd, *RRRRMMDD* jest datą wykonania ćwiczenia, np. *20190301* co oznacza, że ćwiczenie zostało wykonane 1 marca 2019 roku, *HHMM* jest czasem rozpoczęcia ćwiczenia laboratoryjnego, np. *1030* co oznacza, że ćwiczenia laboratoryjne rozpoczęły się o godzinie 10:30, *GY* oznacza numer grupy laboratoryjnej, np. *G01*, *G02*, *G03* lub *G04* – numery grup nadaje Prowadzący zajęcia.

6.2 Kryteria zaliczenia ćwiczenia

Tab. ?? przedstawia elementy składające się na kryterium zaliczenia ćwiczenia. W ramach każdego elementu kryterium można uzyskać 0, 1 lub 2 punkty. W sumie za w pełni poprawnie wykonane ćwiczenie laboratoryjne grupa (a tym samym każda osoba obecna i biorąca czynny udział w realizacji ćwiczenia) może otrzymać 10 punktów.

Tabela 3: Elementy kryterium zaliczenia ćwiczenia oraz stosowana punktacja.

Element testu weryfikacyjnego	Punktacja
Punkty z testu weryfikacyjnego	0 – w przypadku uzyskania przez grupę 5 lub 6 punktów w teście weryfikacyjnym; 1 – w przypadku uzyskania przez grupę 7 lub 8 punktów w teście weryfikacyjnym; 2 – w przypadku uzyskania przez grupę 9 lub 10 punktów w teście weryfikacyjnym
Pytanie sprawdzające nr 1	0 – w przypadku braku lub niepoprawnej odpowiedzi; 1 – w przypadku częściowo poprawnej lub niepełnej odpowiedzi; 2 – w przypadku pełnej i poprawnej odpowiedzi
Pytanie sprawdzające nr 2	0 – w przypadku braku lub niepoprawnej odpowiedzi; 1 – w przypadku częściowo poprawnej lub niepełnej odpowiedzi; 2 – w przypadku pełnej i poprawnej odpowiedzi
Pytanie sprawdzające nr 3	0 – w przypadku braku lub niepoprawnej odpowiedzi; 1 – w przypadku częściowo poprawnej lub niepełnej odpowiedzi; 2 – w przypadku pełnej i poprawnej odpowiedzi
Sprawozdanie z ćwiczenia	0 – brak sprawozdania w wyznaczonym terminie lub całkowicie błędne sprawozdanie pod względem redakcyjnym i merytorycznym; 1 – sprawozdanie jest częściowo poprawnie zredagowane lub zawiera niepełne wyniki; 2 – sprawozdanie jest poprawne pod względem redakcyjnym i zawiera poprawne wyniki