

1 Abstrakt

Celem projektu jest budowa zespołu robotów mobilnych o zmiennym trybie lokomocji, jako platformy do implementacji algorytmów grupowej współpracy robotów oraz robotycznych gier zespołowych.

2 Elementy

2.1 Robot mobilny o zmiennym trybie lokomocji

Najważniejszym komponentem projektu jest mobilna platforma robotyczna o zmiennym trybie lokomocji. Bazuje ona na dwukołowym robocie balansującym, który może poruszać się w pozycji pionowej oraz poziomej z dodatkowym punktem podparcia. Zastosowanie tego typu platformy stwarza wiele możliwości wykorzystania oraz upraszcza konstrukcję robota. Wymiary nie przekraczają 18 x 8 cm w podstawie oraz 20 cm wysokości. Podstawowym trybem poruszania się platformy jest pozycja pozioma, do której utrzymania niezbędne są czujniki inercyjne oraz odpowiedni sterownik. Dodatkowo na platformie zostaną zainstalowane czujniki stanu otoczenia takie jak dalmierze, czujniki podłoża oraz opcjonalnie kamera w celu umożliwienia realizacji algorytmów wizyjnych. Projekt w początkowej fazie zakłada konstrukcję kilku takich samych robotów, których grono będzie można dowolnie powiększać.

2.2 System lokalizacji

Ważnym elementem realizacji algorytmów sterowania grupą robotów jest ich lokalizacja w przestrzeni. Do realizacji tego zadania zostanie użyta metoda trilateracji. Realizację tego zadania umożliwi zastosowanie specjalistycznego transcendent radiowego działającego w technologii UWB, który zapewnia możliwość pomiaru odległości pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem z dokładnością do 10 cm. Rozmieszczenie nadajników w zamkniętej przestrzeni oraz odbiornika na każdym z robotów umożliwi lokalizację robota na przestrzeni do 200 m², zakładając lokalizację 2D oraz do 200 m³ gdy lokalizacja odbywała się będzie w 3 wymiarach. Dodatkowo w celu poprawy dokładności do wyznaczania położenia zostaną wykorzystane odczyty z czujników inercyjnych na każdym robocie oraz kąty obrotu kół robota. Fuzja tych 3 elementów powinna zapewnić wystarczającą dokładność zarówno przy precyzyjnych operacjach jak i podczas szybkiego poruszania się w przestrzeni. Na każdym z robotów zostaną zainstalowane czujniki odległości, umożliwiające wykrycie przeszkody. Stwarza to możliwość tworzenia mapy przestrzeni w której poruszać się będą roboty.

2.3 Komunikacja

Kolejnym elementem niezbędnym podczas zespołowej pracy robotów jest ich wzajemna komunikacja. Do tego celu zostanie użyta bezprzewodowa sieć LAN w standardzie 802.11n. Na każdym robocie zostanie zainstalowany moduł WiFi, który będzie łączył się do centralnego punktu dostępu. Takie połączenie umożliwi szybką i prostą w użyciu komunikację zmiennej liczby elementów. Dodatkowo standard zapewnia odpowiednią stabilność oraz kontrolę poprawności przesyłanych danych.

2.4 Sterowanie

Sterowanie systemem będzie odbywało się przez dostęp sieciowy z poziomu dedykowanej aplikacji. Użytkownik będzie miał możliwość odczytu stanu poszczególnych robotów oraz wysyłania do nich komend sterujących. Wykonanie algorytmu sterowania będzie odbywało się w sposób rozproszony tj. każdy robot będzie znał stan wszystkich robotów w systemie i będzie mógł wpływać na stan pozostałych w zależności od priorytetu zdarzenia. Dodatkowo istnieje możliwość implementacji nadrzędnego algorytmu sterującego, wykonywanego z poziomu aplikacji nadrzędnej na urządzeniu podłączonym do sieci systemu. Kolejnym aspektem jest możliwość autonomicznego działania poszczególnych robotów oraz możliwość sterowania bezpośredniego przy pomocy dowolnego urządzenia posiadającego przeglądarkę internetową i podłączonego do sieci.

2.5 Platforma sprzętowa

Istotną rzeczą z punktu widzenia działania systemu jest platforma sprzętowa na której uruchomione zostanie oprogramowanie sterujące. Projekt zakłada użycie systemu czasu rzeczywistego do kontroli nad procesami priorytetowymi takimi jak: kontrola silników, odczyty danych z czujników krytycznych, utrzymanie robota w odpowiedniej pozycji, określanie lokalizacji. Do tego celu zostanie wykorzystana platforma prototypowa STM32 nucleo, zawierająca w sobie 32-bitowy mikrokontroler z rdzeniem ARM, niezbędne do działania komponenty pasywne oraz zintegrowany programator i debugger. Poza systemem czasu rzeczywistego, w celu zapewnienia możliwiej jak najszerszej funkcjonalności, zostanie użyty system czasowo niedeterministyczny, odpowiedzialny za wymianę informacji na wyższym poziomie abstrakcji, wysyłanie komend do mikrokontrolera sterującego oraz realizację zadań złożonych obliczeniowo lub wymagających większych zasobów sprzętowych. Do tego celu zostanie wykorzystana jedna z platform z rodziny Raspberry Pi z systemem opartym o jądro LINUX. Na tym poziomie możliwa będzie interpretacja języków skryptowych, które zapewniają szybką implementację i przenośność. Dodatkowo z poziomu platformy Raspberry możliwe będzie zaprogramowanie mikrokontrolera sterującego bez potrzeby fizycznego podłączania robota do komputera typu PC. Zapewnia to przede wszystkim możliwość szybkiego programowania wielu robotów w tym samym czasie.

3 Funkcjonalność

Projekt ma nieograniczone możliwości zastosowań, dlatego może służyć jako baza do budowy algorytmów i zadań dla grupy robotów. Jednym z głównych zastosowań jest możliwość transportu obiektów w określone miejsce w przestrzeni. Roboty mogą wspólnie przesuwać obiekty i pomagać sobie gdy jeden robot nie jest w stanie przemieścić obiektu. Pozwala to tworzyć proste gry polegające na opracowaniu najbardziej optymalnego algorytmu przemieszczania obiektów.

4 Obecny stan wiedzy

Grupy robotów to szybko rozwijająca się dziedzina stwarzająca ogromne możliwości. W życiu codziennym mamy do czynienia coraz częściej ze współbieżnymi systemami. Wymiana informacji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu pozwala na efektywniejszą i szybszą pracę. Dużo słyszy się o nowoczesnych technologiach Internetu rzeczy, staje się to coraz bardziej naszą

codziennością. Dlatego też projekt grupy robotów stara się wykorzystywać technologie które wchodzi w jego skład. Jest to dobra okazja do przyswajania i zgłębiania elementów rozproszonych sposobów rozwiązywania problemów i współpracy. Co więcej rozwiązanie to tworzy nowatorską dziedzinę internetu robotów.

5 Postęp Pracy

Obecnie trwają prace nad pierwszym prototypem robota będącego podstawowym elementem systemu. Do wykonania pozostało jeszcze wiele pracy projektowej oraz implantacyjnej. Chcielibyśmy aby projekt stał się narzędziem dla studentów, dlatego przykładamy dużo uwagi do dobrej dokumentacji projektu oraz prostoty użytkowania. Aby zapewnić odpowiedni poziom niezawodności i możliwość długotrwałej pracy systemu, jesteśmy zmuszeni do używania wysokiej jakości komponentów, oraz tworzenia własnych rozwiązań z zakresu elektroniki i elementów mechanicznych. Warto podkreślić że nad projektem pracuje grupa osób w której każdy odpowiedzialny jest za swoją część projektową. Jak w każdym projekcie do wykonania potrzebne są pewne zasoby finansowe. W naszym przypadku kolejnym etapem powinien być zakup części, które umożliwią budowę kilku robotów i rozpoczęcia testów nad algorytmami grupowymi.

6 Wykonanie

Elementy mechaniczne platformy robotycznej będą wykonane technologią druku 3D. Są to: mocowania silników, szkielet robota, uchwyty do komponentów elektronicznych oraz koła. Na płycie głównej robota będą znajdowały się: mikrokontroler sterujący wraz z programatorem, sterowniki silników, transceiver radiowy, moduł WiFi, moduł zasilający oraz gniazda czujniki i baterię. IMU będzie zamocowane w punkcie na osi obrotu kół aby umożliwić precyzyjny pomiar kąta wychylenia. Czujniki takie jak dalmierze zostaną umieszczone na korpusie robota. Istotnym elementem konstrukcji jest zderzak który będzie miał kontakt z podłożem oraz elementami fizycznymi. Zostanie on wykonany z elastycznego tworzywa aby zapewnić odpowiednią amortyzację. Schemat na rysunku poniżej.

7 Komponenty

Silniki krokowe typu NEMA 17

Sterowniki DRV8825

STM32 nucleo board

ARM v7i board

Transceiver DMW1000 (lokalizacja)

Moduł WiFi (komunikacja z siecią)

Diody WS2812B (sygnalizacja aktualnego stanu robota)

Czujniki odległości SHARP (cyfrowe)

IMU MPU6050

Gniazda do podłączenia innych czujników (w zależności od wykorzystania)