

Ośmionożny robot kroczący – projekt konstrukcji, układ sterowania, prototyp

Karol Skorulski

Kierunek: Automatyka i robotyka

Specjalność: Biomechanika i biorobotyka

Rok akademicki 2016/2017

Promotor: prof. nzw. dr hab. inż. Cezary Rzymkowski

1. Cele projektu

Główne założenie

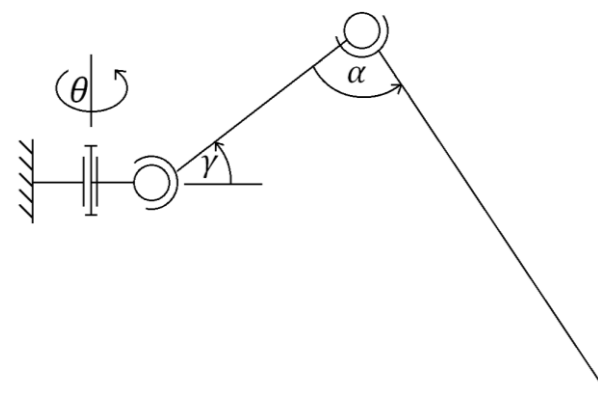
Wykorzystanie wzorców biologicznych, opracowanych na podstawie analizy wideo żywych organizmów (w tym wypadku pająka), zarówno na etapie konstrukcji robota, jak i w momencie planowaniu jego ruchu.

Celem autora pracy było opracowanie działającego robota mobilnego, zdolnego do poruszania się w terenie. Robot ma posiadać osiem niezależnych nóg, każda o trzech stopniach swobody i być sterowany przewodowo, bezpośrednio z komputera klasy PC. Dodatkowo, pożądana jest modularność robota, umożliwiająca jego późniejszą rozbudowę zarówno pod kątem zmiany sposobu poruszania się, zamontowania dodatkowych czujników w celu autonomizacji maszyny lub zamiana komputera PC na urządzenie wbudowane.

2. Konstrukcja robota

Rozważania dotyczące konstrukcji mechanicznej maszyny, autor rozpoczął od wnikliwej analizy budowy nogi rzeczywistego pająka, który podlegał wcześniejszej analizie wideo na potrzeby pracy przejściowej. W jej wyniku, z uwagi na skomplikowaną budowę każdego z odnóży, postanowiono, że nogi w robocie poddane zostaną znaczącym uproszeniom. Zdecydowano się na odnóże o trzech stopniach swobody, którego kinematykę schematycznie pokazano na rysunku 1.

Rozmieszczenie nóg w korpusie robota, jak również sama długość każdego z odnóży, została opracowana na podstawie wymiarów rzeczywistego pająka. Z uwagi na wielkość napędów, robot musiał zostać odpowiednio powiększony. Współczynnik przeskalowania został dobrany doświadczalnie i wynosi 7.



Rysunek 1: Kinematyka nogi robota

Jako napędy robota zastosowano cyfrowe serwomechanizmy elektryczne Dynamixel AX-12a. Charakteryzują się one dużym maksymalnym momentem (1,53Nm) oraz łatwością sterowania z wykorzystaniem oprogramowania MatLab/Symulink. Oszacowano również maksymalne obciążenie każdego z napędów podczas ruchu robota i upewniono się, że wybrane serwomechanizmy będą odpowiednie w opisywanej konstrukcji.

Na koniec opracowano model 3D robota. Wszystkie elementy zostały wykonane z aluminium. Szacowana masa całkowita maszyny wynosi 2,34kg.

3. Opracowanie algorytmu ruchu

W wyniku analizy wykonanej na potrzeby pracy przejściowej, inżynierskiej autora, otrzymano zmianę położenia końca każdego z odnóży rzeczywistego pająka. Dane te odpowiadają ruchowi prostoliniowemu i, w najprostszym przypadku, mogą zostać bezpośrednio wykorzystane w obliczeniach kinematyki odwrotnej wszystkich nóg robota.

W celu uzyskania płynności ruchu maszyny, niezbędna była filtracja danych, które odpowiadają trajektoriom stóp pająka. Autor zdecydował się na wykorzystywanie wcześniej filtr Butterwortha czwartego rzędu. Natomiast w celu przyspieszenia obliczeń, które muszą być wykonane w każdej kolejnej chwili czasowej, wyprowadzono wzory umożliwiające analityczne rozwiązanie zadania odwrotnej kinematyki każdej nogi robota.

4. Układ sterowania

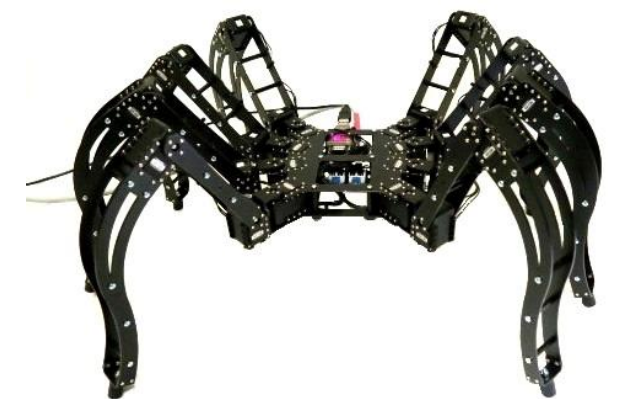
Układ sterowania został tak opracowany, aby możliwe było niezależne zadawanie kąta obrotu oraz przesunięć liniowych korpusu robota względem układu globalnego. Umożliwiono również, płynną zmianę miejsca postawienia każdego odnóży w kolejnych cyklach ruchowych. Jednocześnie zachowane są pierwotne momenty uniesienia i postawienia każdej nogi.

Autor zdecydował się na implementację trzech podstawowych ruchów: prostoliniowego, prostoliniowego w dowolnym kierunku oraz krzywoliniowego. Opracowano również prostą metodę pozwalającą na określenie trajektorii ruchu robota do punktu docelowego oraz interfejs graficzny pozwalający na określenie tego punktu.

5. Wnioski

Podczas wielu eksperymentów z prototypem robota pokazanym na rysunku 2 wyciągnięto następujące wnioski:

- nogi robota zostały zamocowane bardzo blisko siebie, co skutkowało sporadycznym blokowaniem się odnóży,
- uproszczona kinematyka nogi robota wprowadza znaczące ograniczenia przestrzeni roboczej, w porównaniu do odnóży rzeczywistego pająka,
- dane eksperymentalne, odpowiadające ruchowi prostoliniowemu pająka, z powodu wielu korekt, nie zapewniały ruchu prostoliniowego robota, a więc niezbędne były kolejne modyfikacje.



Rysunek 2: Prototyp robota