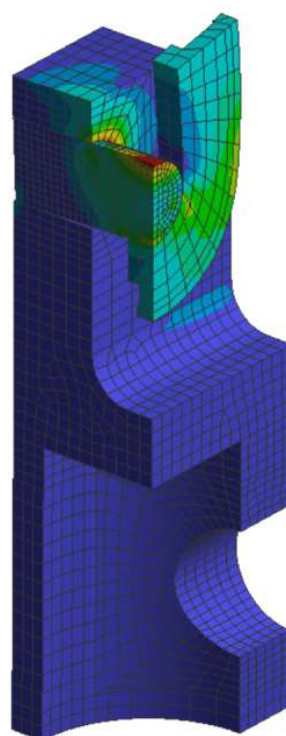
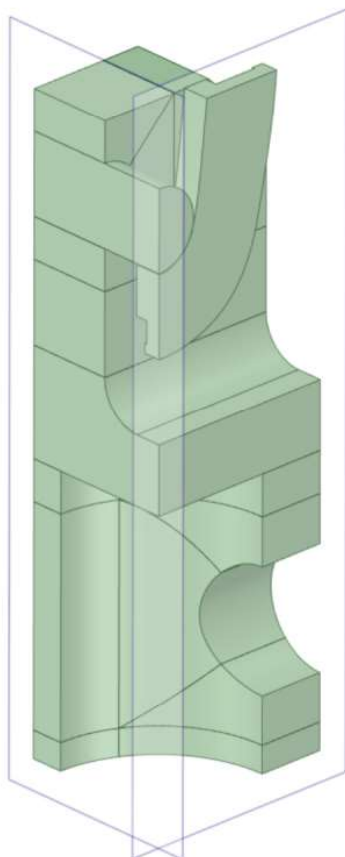




**KATEDRA MECHANIKI
I INŻYNIERII OBLICZENIOWEJ**
WYDZIAŁ MECHANICZNY TECHNOLOGICZNY POLITECHNIKA ŚLĄSKA

Studencka Konferencja Naukowa

**METODY
KOMPUTEROWE
2020**



Gliwice 2020

Katedra Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Śląska

Studencka Konferencja Naukowa
„METODY KOMPUTEROWE – 2020”

Gliwice, wrzesień 2020 r.

Katedra Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej

Wydział Mechaniczny Technologiczny

Politechnika Śląska

ul. Konarskiego 18A, 44-100 Gliwice

tel.: 32 237 12 04, fax: 32 237 12 82

Komitety Naukowy:

Prof. dr hab. inż. Ewa Majchrzak

Prof. dr hab. inż. Antoni John

Prof. dr hab. inż. Piotr Fedeliński

Dr hab. inż. Witold Beluch, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Adam Długosz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Grzegorz Działkiewicz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Marek Jasiński, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Grzegorz Kokot, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Wacław Kuś, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Jerzy Mendakiewicz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Marek Paruch, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Alicja Piasecka-Belkhat, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Arkadiusz Poteralski, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Jacek Ptaszny, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Mirosław Szczepanik, Prof. PŚ

Komitety Organizacyjny:

Prof. dr hab. inż. Piotr Fedeliński

Dr hab. inż. Adam Długosz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Grzegorz Działkiewicz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Jacek Ptaszny, Prof. PŚ

Dr inż. Waldemar Mucha

Dr inż. Witold Ogierman

Mgr inż. Mateusz Holec

Mgr inż. Natalia Mołęda

Mgr inż. Olaf Popczyk

Mgr inż. Tomasz Schlieter

Mgr inż. Anna Skorupa

Mgr inż. Mikołaj Stryczyński

Inż. Barbara Cisińska

Jakub Podgórski

Inż. Mateusz Kita

Komitety Redakcyjny:

Dr hab. inż. Grzegorz Działkiewicz, Prof. PŚ

Dr hab. inż. Jacek Ptaszny, Prof. PŚ

Wydanie zeszytów naukowych zostało sfinansowane przez MESco Sp. z o. o. w Bytomiu.

Rysunek na okładce wykonała inż. Barbara Cisińska, Autorka artykułu na stronie 13.

ISBN 978-83-951185-1-7

Artykuły opublikowano na podstawie oryginałów dostarczonych przez Autorów.

Druk i oprawę wykonano w Wydawnictwie Politechniki Śląskiej.

Nakład 100 egz. Druk ukończono we wrześniu 2020 r.

Wstęp

Zeszyt naukowy zawiera 42 artykuły prezentowane na czternastej Studenckiej Konferencji Naukowej „Metody Komputerowe”, odbywającej się 24 września 2020 roku na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Konferencję zorganizowali studenci i pracownicy Katedry Mechaniki i Inżynierii Obliczeniowej Politechniki Śląskiej. Publikacje dotyczą zastosowania metod komputerowych w różnych dziedzinach techniki, takich jak:

- wspomaganie komputerowe prac inżynierskich,
- wytrzymałość materiałów,
- biomechanika,
- hydromechanika,
- termodynamika,
- robotyka,
- informatyka,
- optymalizacja,
- badania doświadczalne.

Dziękuję studentom za przygotowanie artykułów i prezentacji na konferencję, Komitetowi Naukowemu za troskę o poziom naukowy prac, Komitetowi Redakcyjnemu za przygotowanie zeszytu naukowego do druku i wersji elektronicznej materiałów konferencyjnych, a Komitetowi Organizacyjnemu za przygotowanie obrad konferencji.

Szczególne podziękowania za wsparcie finansowe organizacji konferencji składam przedstawicielom firmy MESco Sp. z o. o.

Duża liczba zgłoszonych artykułów świadczy o znacznej aktywności naukowej studentów i potrzebie organizacji tego rodzaju konferencji. Życzę studentom owocnych dyskusji w czasie konferencji. Mam nadzieję, że udział w niej będzie inspiracją do dalszych badań naukowych.

Opiekun Naukowy Studenckiego Koła Naukowego
„Metod Komputerowych”

Prof. dr hab. inż. Piotr Fedeliński

Gliwice, wrzesień 2020 r.

MODERNIZACJA MANIPULATORA ROBOTA EKSPLORACYJNEGO

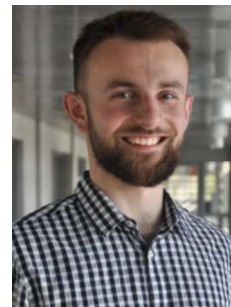
inż. PRZEMYSŁAW OLSZÓWKA

Automatyka i Robotyka, semestr I, 2 stopień

Opiekunowie naukowci: dr hab. inż. Piotr Przyszałka, Prof. PŚ

dr inż. Wawrzyniec Panfil

Streszczenie. Celem projektu było usprawnienie manipulatora robota eksploracyjnego przygotowanego z myślą o starcie w studenckich zawodach łazików marsjańskich. Zdobyte doświadczenie podczas debiutu na zawodach, a także zmiany regulaminowe zaowocowały koniecznością przeprowadzenia modernizacji dotychczasowej konstrukcji, co przedstawiono w niniejszym artykule.



MODERNIZATION OF MANIPULATOR FOR EXPLORATION ROBOT

Abstract. The aim of the project was to improve the manipulator of an exploratory robot prepared for the students rover competitions. The experience gained during the debut at the competition, and new rules made it necessary to carry out modernization the existing structure, presented in this paper.

1. Wprowadzenie

Wiek dwudziesty jest punktem zwrotnym w historii ludzkości w kategoriach eksploracji przestrzeni kosmicznej. Intensywne prace wielu krajów nad rozwiązaniami w zakresie badań kosmosu zaowocowały wieloma zaawansowanymi wynalazkami. Obserwacje astronomiczne z powierzchni Ziemi pozwalają na odkrywanie gwiazd i planet, a także na wysuwanie wielu ważnych teorii. Kolejnym krokiem w poznawaniu otaczającego naszą planetę wszechświata jest bezpośrednie badanie obiektów niebieskich. Z tego powodu przez okres ostatnich 60 lat przeprowadzono wiele misji kosmicznych. Wiązały się one z opracowaniem rakiet, specjalistycznych kapsuł i systemów dla ludzkiego funkcjonowania w przestrzeni kosmicznej. Odległe misje kosmiczne w niezbadane przestrzenie pozaziemskie wiążą się z ogromnym ryzykiem i niebezpieczeństwem. Załogowe, odległe loty kosmiczne mają zarówno swoich zwolenników jak i przeciwników^[1]. Przed wysłaniem ludzi na odległą planetę, konieczne jest zebranie informacji o środowisku i warunkach panujących w danym miejscu. Z tego powodu koniecznym było opracowanie samobieżnych robotów mobilnych, pozwalających na samodzielną eksplorację nieznanymi obszarów. W celu przybliżenia idei budowy łazików, zrodziła się inicjatywa konkursów dla studentów takich jak European Rover Challenge i University Rover Challenge. Studenci mogą konkurować z prototypami opracowanymi przez najmłodszych naukowców z uniwersytetów podczas zadań symulujących warunki marsjańskie.

2. Pierwszy prototyp manipulatora

Zespół Silesian Phoenix^[2] opracował pierwszy prototyp robota w ramach swojego debiutu w konkursie European Rover Challenge 2018. Prototyp składał się z samojezdnej, mobilnej platformy gaśnicowej, prototypu manipulatora oraz laboratorium próbek. Każdy z elementów robota miał precyzyjnie zdefiniowane zadania do wykonania. Opracowane ramię robota było przeznaczone do wykonywania czynności manipulacyjnych na panelu operatora, podnoszenie i przenoszenie próbek oraz wykonywanie otworów w glebie. Pierwszy prototyp manipulatora został opracowany na podstawie gruntownej analizy regulaminu dotyczącego konkurencji. Konstrukcja miała 5 stopni swobody, umożliwiając wykonywanie wszystkich niezbędnych czynności manipulacyjnych. Rama została wykonana z grubościennego profilu aluminiowego, który gwarantował odpowiednią sztywność i wytrzymałość. Do napędzania poszczególnych osi wykorzystano silniki szczotkowe prądu stałego. W celu zapewnienia odpowiedniego momenty i prędkości ruchu poszczególnych osi, zostały zastosowane odpowiednie gotowe przekładnie lub opracowano własne prototypy. Kluczową kwestią napędów było również gwarantowanie samohamowności przekładni. Wśród rozwiązań napędu wykorzystano siłownik liniowy, który był odpowiedzialny za napęd trzeciej osi. Węzeł pierwszej i piątej osi opierał się o gotowe rozwiązanie przemysłowe, pracujące na łożyskach ślizgowych. Pozostałe węzły łożyskowe wykonane zostały z frezowanych elementów aluminiowych, giętych blach oraz elementów drukowanych 3D, również z wykorzystaniem łożysk ślizgowych. System elektryczny obejmował zasilanie 5V i 12V przeznaczone odpowiednio dla części logicznej oraz układów mocy. Głównym układem sterowania był mikrokontroler STM32 Nucleo. Układ sterowania zakładał wykorzystanie środowiska Robot Operating System do zdalnego sterowania całego robota. Ramię robota ważyło 18kg.

3. Główne założenia dotyczące modernizacji prototypu

Opracowany projekt pozwolił na start w pierwszej edycji konkursu. Udział w zawodach zaowocował wieloma nowymi spostrzeżeniami i cennymi doświadczeniami. W celu zmodernizowania istniejącego prototypu, zostały opracowane główne założenia konstrukcyjne (Tabela 1).

4. Identyfikacja potrzebnych zmian

Na podstawie zdobytych doświadczeń wyciągnięto wnioski dotyczące niezbędnych zmiany w konstrukcji prototypu:

- Zmniejszenie wagi ramienia poprzez wymianę głównych profili konstrukcyjnych na lżejsze. Ciężkie rozwiązania dedykowane dla urządzeń przemysłowych muszą być zastąpione lżejszymi odpowiednikami. Wymiana ciężkich i dużych silników pierwszej i drugiej osi na mniejsze, współpracujące z odpowiednimi przekładniami.
- Zwiększenie zakresu ruchu trzeciej osi, wiążące się z opracowaniem nowego, samohamownego napędu.
- Ujednolicenie systemu zasilania do 12V dla napędów i 5V dla elektroniki.

- Opracowanie alternatywnego, dodatkowego systemu sterowania, pozwalającego na wykonywanie ruchów manipulacyjnych bez konieczności uruchamiania całej sieci ROS.
- Zastosowanie jednolitego systemu łącz gwarantującego bezpieczną i pewną pracę, a także standardu komunikacji pomiędzy głównym komputerem pokładowym robota, a układem sterowania chwytakiem
- Opracowanie nowego algorytmu sterowania na platformie Arduino Mega i zintegrowanie jej z nowym systemem sieci ROS.

Tabela 1. Założenia w zakresie konstrukcji manipulatora
Table 1. Assumptions on the design of the manipulator

Założenia		
Parametr	Wartość	Uzasadnienie
Obciążenie	1,2-2kg (bez chwytaka)	Potrzeba podniesienia koszyka z 4 próbkami podczas zadania „Collection Task”
Przestrzeń robocza	-0,1 do 1,5m (w płaszczyźnie pionowej)	- Obsługa panelu operatora w zakresie wysokości 0,4m do 1,5m - Wykonanie rowu o głębokości 10cm
	360 stopni zakresu pracy w płaszczyźnie poziomej	Pobranie próbki zarówno z przodu łazika jak i z boku robota oraz umieszczenie ich w dedykowanych pojemnikach na robocie
	Mobilność	Szeroki zakres ruchu kątownego dla każdej z osi, możliwość pracy na zarówno w pełni wyprostowanym ramieniu jak i maksymalnie złożonym
Masa całkowita	Max 12kg	Masa całkowita łazika nie powinna przekraczać 50kg
Zasilanie	Elektryczne, max 22V	Wykorzystanie 22V akumulatora, oraz przetwornic 12V i 5V
System sterowania	Kinematyka prosta	Konieczność opracowania algorytmu do sterowania manipulatora, informującego operatora o aktualnej pozycji chwytaka.

5. Zmodernizowany prototyp manipulatora

Nowa koncepcja manipulatora powinna ważyć poniżej 12 kg. W celu zmniejszenia wagi, postanowiono użyć sklejk drewnianej do budowy głównej konstrukcji ramy ramienia. Elementy wykonane z aluminium zostały zastąpione elementami drukowanymi z tworzyw sztucznych. Silnik pierwszej osi został zastąpiony przez mniejszy silnik z dodatkową, opracowaną przekładnią. Liniowy siłownik został użyty do napędu drugiej osi. Przekładnia ślimakowa wykonana z Nylonu i ABS jest odpowiedzialna za napęd trzeciej osi. Wymianie uległ również silnik czwartej osi, na odpowiednio mocniejszy. Trzeci człon manipulatora, którym był wykonany z blach aluminiowych, w nowej koncepcji został wykonany z wydrukowanych elementów.

W przygotowanym układzie sterowania zastosowano algorytm kinematyki prostej, pozwalający na łatwe kontrolowanie położenia końca chwytaka w przestrzeni. W pętli sprzężenia zwrotnego wykorzystano wyłączniki krańcowe i potencjometry. Prototyp może być kontrolowany za pomocą komunikacji szeregowej UART lub z użyciem Bluetooth i przygotowanej aplikacji, która została opracowana w oprogramowaniu MIT App Inventor.^[3]



Rys. 1. Zmodernizowany prototyp manipulatora
Fig. 1. Modernized manipulator prototype

6. Testy weryfikacyjne

Testy weryfikacyjne zostały podzielone na dwa etapy. W pierwszym kroku sprawdzono poprawność funkcjonowania poszczególnych elementów: napędów, układu elektronicznego oraz systemu sterowania. Po przeprowadzeniu testów jednostkowych, działanie prototypu zostało sprawdzane podczas wykonywania zadań symulujących zawody. Sprawdzono wymaganą nośność poprzez uniesienie 2kg ciężaru. W następnym kroku zweryfikowano dokładność pozycjonowania poprzez wykonanie sekwencji ruchów każdej z osi, a następnie powrót do początkowych pozycji kątowych. Dokładność pozycjonowania końca manipulatora wynosi około 1-2cm. Zgodnie z założeniami, manipulator może wykonywać czynności manipulacyjne za pomocą chwytaka w zakresie od -25cm do 130cm względem poziomu gruntu oraz dla 360 stopni obrotu względem pierwszej osi.

7. Podsumowanie

Nowy prototyp manipulatora waży 10 kg, co stanowi prawie połowę wagi początkowej przed jego modernizacją. Konstrukcja jest lekka i solidna. Układy napędowe generują odpowiedni moment obrotowy i zapewniają właściwą prędkość ruchu. Mechanizmy te wymagają jednak dopracowania w zakresie dokładności ruchu i luzów w przekładni. Wykonany układ elektroniczny zapewnia prawidłową pracę, bez niepożądanych zakłóceń i zawieszenia się komunikacji. Opracowana aplikacja sterująca działa z lekkim opóźnieniem, ale pozwala na swobodną kontrolę ramieniem robota. Algorytm sterowania pozycją manipulatora powinien zostać zmodyfikowany. Konieczne jest zastosowanie enkoderów w celu zwiększenia dokładności odczytu pozycji oraz zastosowania regulatorów typu PID. Wykorzystanie sklejk drewnianej jako głównego elementu konstrukcyjnego znacznie zmniejszyło sztywność konstrukcji dla momentów skręcających, jednak zastosowane dodatkowe, drukowane wzmocnienia wystarczająco rozwiązało ten problem.

Bibliografia

- [1] Richard Wagner Robert Zubrin. The case for mars. The Plan to Settle the Red Planet and Why We Must, Simon Schuster, 1997.
- [2] <https://sknaimeth.polsl.pl/lazik-marsjanski/> dostęp 23.02.2020
- [3] <https://appinventor.mit.edu/> dostęp 23.02.2020