

ROBOT POKONUJĄCY KANION - CZĘŚĆ ELEKTRONICZNO - SENSORYCZNA.

JĘDRZEJ RAB, WIKTOR KWAPNIEWSKI,

DANIEL SOLTYS

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,

Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

jedrekrab@student.agh.edu.pl, wekktor@student.agh.edu.pl,

danielsoltys@student.agh.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE: sensor, silnik, czujnik

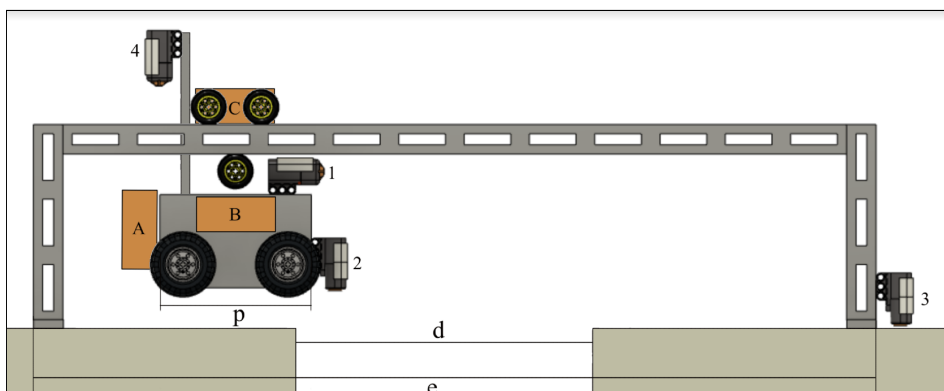
STRESZCZENIE:

Niniejsza praca podejmuje problematykę dotyczącą znalezienia optymalnego doboru czujników i podzespołów elektronicznych do zastosowania podczas przeprawy robota przez przepaść. W pracy przedstawiono również wnioski i uzasadnienie wybranych rozwiązań.

1. Wstęp

Tematem całego projektu jest robot pokonujący kanion zbudowany z klocków Lego Technic, którego poszczególne funkcje nie byłyby możliwe bez wykorzystania odpowiednich części elektronicznych i sensorycznych. W projekcie zostały wykorzystane sensory, silniki elektryczne oraz układ sterujący z serii Mindstorms NXT (Rys. 1.).

Do konstrukcji oraz testów zaprojektowanego układu elektroniczno-sensorycznego użyto programów Autodesk EAGLE oraz Fusion 360.



Rys. 1. Schematyczny widok z boku robota: (1) i (4) - czujnik dotykowy, (2) i (3) - czujnik ultradźwiękowy, (A)(B)(C) - serwonapęd NXT

2. Cel i zakres pracy

Celem pracy było takie dobranie i umiejscowienie kluczowych dla całego robota sensorów jak i silników, aby możliwie uprościć całą konstrukcję zachowując jej założoną funkcjonalność.

W rozdziale 1 zawarto wprowadzenie do podmiotu publikacji - sensoryka i elektronika robota.

W rozdziale 2 został przedstawiony cel jak i zakres pracy.

W rozdziale 3 przedstawiono przegląd istniejących rozwiązań.

W rozdziale 4 załączono tablicę morfologiczną.

W rozdziale 5 na rysunkach ukazano modele wybranych rozwiązań.

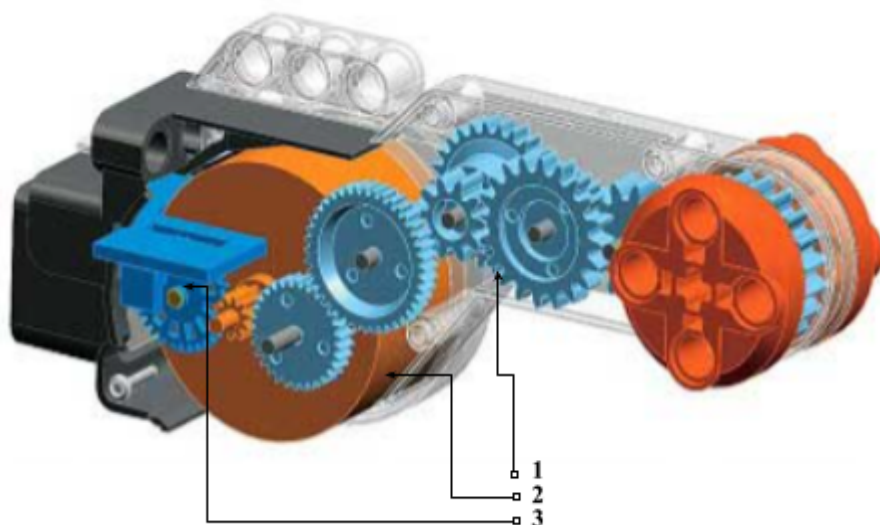
W rozdziale 6 wyciągnięto wnioski i podsumowano przeprowadzone rozwiązania.

3. Przegląd wybranych rozwiązań

W trakcie planowania jak i realizacji projektu przez forum zespołu przetoczyło się wiele problemów związanych m.in. z wyborem odpowiednich sensorów odległościowych, czujników dotyku, silników elektrycznych jak i samego układu sterującego (Rozdział. 4 - Tablica morfologiczna).

Spośród mikrokontrolerów: Arduino, Raspberry Pi, RoboCore oraz układu sterującego NXT Mindstorms zdecydowano się na wybór tego ostatniego ze względu na kompatybilność i łatwość implementacji.

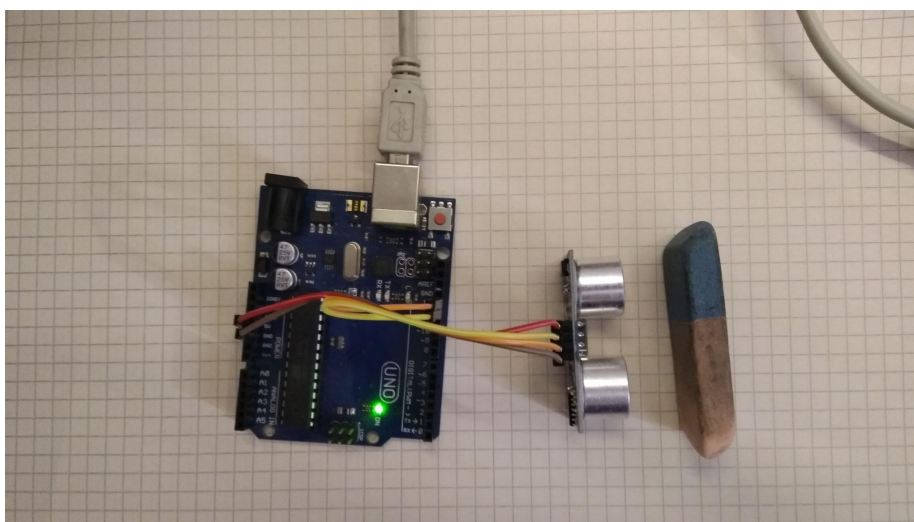
Pożądaną cechą silnika elektrycznego była wbudowana możliwość zliczania obrotów, aby umożliwić obliczanie wymaganych odległości, ta cecha wyróżnia właśnie wcześniej wspomniany silnik z serii Lego NXT (Rys. 2.). Wykorzystanie serwowmotorów czy silników krokowych bez takiej funkcji uniemożliwiłoby zrealizowanie projektu w wybranej formie. Wbudowana przekładnia o przełożeniu 1:48 generuje 170 obrotów na minutę (bez obciążenia) [1],[2].



Rys. 2. [3] Schemat przedstawiający wnętrze serwowmotoru NXT: (1) - wbudowana przekładnia, (2) - silnik, (3) - czujnik obrotów

Dobre czujniki ultradźwiękowe (Rys. 1. i Rys. 5.) pozwalają z dokładnością do ± 3 cm określić odległość od przeszkody, zakres działania mieści się od 3 cm do 255 cm [4]. Prosty układ w postaci fizycznej (Rys. 3.) pozwolił przeprowadzić próby, dzięki którym wskazania poniżej dolnego zakresu dokładnego pomiaru mogły zostać wykorzystane do określenia tego czy most jest w odpowiedniej pozycji do przeprowadzenia manewru podnoszenia podwozia.

Czujniki dotykowe (Rys. 1. i Rys. 5.) potrzebne do określenia usytuowania podwozia względem mostu zostały wykorzystane ze względu na swoją dokładność i prostotę działania.

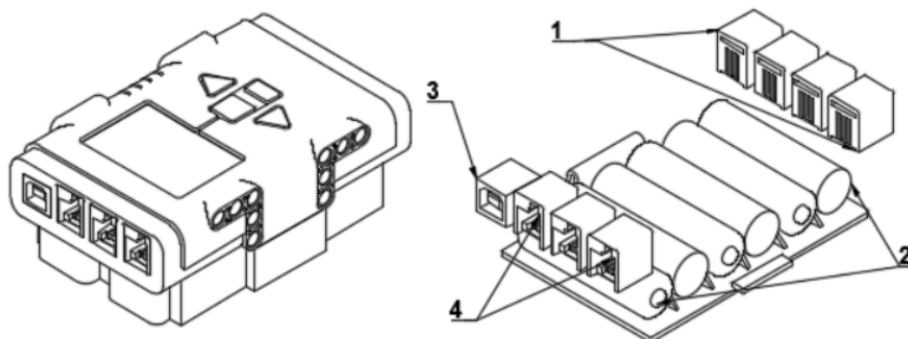


Rys. 3. Czujnik ustawiony w poniżej dolnego zakresu dokładnego pomiaru.

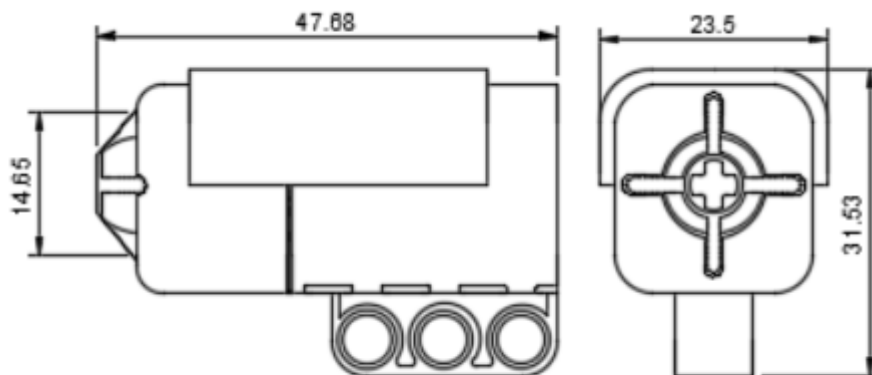
4. Tablica morfologiczna

Tablica morfologiczna						
CECHY/ FUNKCJONALNOŚCI		Możliwe rozwiązania				
		Rozwiązanie 1	Rozwiązanie 2	Rozwiązanie 3	Rozwiązanie 4	Rozwiązanie 5
ELEKTRONIKA I SENESORY						
1	Silniki elektryczne	DC	Krokowe	Serwa	Lego NXT	BLDC
	Kryterium 1: moment obrotowy	mały	średni	duży	średni	średni
	Kryterium 2: trudność dokładnego sterowania pozycją	duża	mała	mała	mała	duża
	kryterium 3 : trudność integracji z klockami lego	duża	duża	duża	mała	duża
2	Czujniki odległości	Ultradźwiękowe	LIDAR	ToF	Optyczny	dotykowy
	Kryterium 1: zasięg działania	średni	średni	duży	mały	mały
	Kryterium 2: precyzja	mała	średnia	mała	średnia	duża
3	Zasilanie	Sieciowe	Power bank	Baterie paluszki	Pakiet li-ion/li-po	Aku. Kwasowo-olowiowy
	Kryterium 1: waga	nie dotyczy	średnia	średnia	mała	duża
	Kryterium 2: trudność zastosowania	duża	średnia	mała	średnia	mała
	kryterium 3 : konieczność stosowania dodatkowych elementów w celu uzyskania napięcia 9V	tak	tak	nie	tak	tak
4	jednostka sterująca	Arduino	Raspberry pi	LEGO mindstorms	PC	PLC
	Kryterium 1 : rozmiar	mały	średni	średnia	duży	duży
	kryterium 2 : trudność integracji z klockami lego	średnia	średnia	mała	duża	duża
5	czujniki pozycji mostu	Wyłączniki krańcowe	Czujniki pojemnościowe	Czujniki indukcyjne	Czujniki odbiciowe	-
	kryterium 1: precyzja	duża	średnia	nie wykrywają plastikowych elementów	mała	

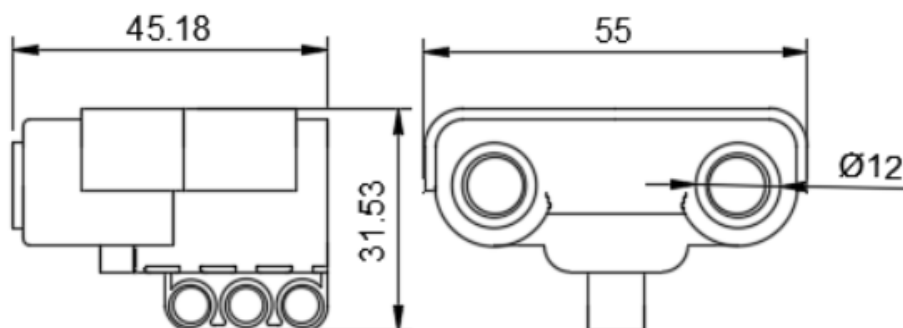
5. Modele



Rys. 4. Układ sterujący NXT Mindstorms, z lewej widok izometryczny całej bryły, z prawej wewnątrz: (1) - cztery porty 6-cio pinowe, (2) - sześć baterii AA, (3) - port USB – wtyk B, (4) - trzy porty 6-cio pinowe



Rys. 5. Czujnik dotykowy z podstawowymi wymiarami



Rys. 6. Czujnik ultradźwiękowy z podstawowymi wymiarami

6. Podsumowanie i wnioski

Zaimplementowane komponenty pozwoliły skonstruować prosty, ale efektywny układ elektroniczno-sensoryczny, dzięki któremu możliwe było wykonanie algorytmu przejazdu robota przez most.

Dużą rolę w wybraniu optymalnego rozwiązania elektroniczno-sensorycznego były wymogi stawiane przez stworzony przez nas w fazie projektowania algorytm. Drugim wyzwaniem było odpowiednie umiejscowienie modułu sterującego Lego NXT i dobór odpowiedniego rozmieszczenia silników, dzięki którym może pokonywać przepaść.

W początkowej fazie konstruowania robota natrafiliśmy na problem z umieszczeniem modułu sterującego. Z uwagi na to, iż jest to stosunkowo ciężka jednostka, zespół mechaniczny zaproponował, aby została wmontowana w podwozie. Dzięki temu rozwiązaniu uzyskaliśmy stabilny element konstrukcji podwozia oraz ułatwiony dostęp do modułu sterującego podczas przeprawy przez przepaść.

Dzięki aplikacjom Autodesk Fusion 360 oraz EAGLE nasz zespół był w stanie zdalnie skonstruować część sensoryczno-elektroniczną układu oraz przeprowadzić symulację pracy układu. Z powodu braku dostępu do wszystkich elementów, byliśmy w stanie pokazać jedynie uproszczony model działania mostu.

Prawidłowe zaprojektowanie i działanie części sensoryczno-elektronicznej jest podstawą poprawnego działania robota pokonującego przepaść. Możliwym kierunkiem rozbudowy robota może być implementacja modułu RoboCore [5], w miejsce modułu NXT. To rozwiązanie pozwoliłoby na dodanie dodatkowych sensorów oraz silników.

7. Bibliografia

- [1] J. Gonçalves, J. Lima, P. Malheiros, P. Costa; *Sensor and actuator stochastic modeling of the Lego Mindstorms NXT educational Kit.*
- [2] Adam M. Brandt, Mark B. Colton; *Toys in the Classroom: LEGO MindStorms as an Educational Haptics Platform*
- [3] <https://www.philohome.com/nxtmotor/nxtmotor.htm>
- [4] <http://warsztatyrobotow.pl/pl/menu/o-nas/nasz-sprzet/kursy/0/40/lego-mindstorms-nxt-2.0>
- [5] <https://images.app.goo.gl/Yyj36jbzWRuzuzPN9>
- [6] NXT User Guide, LEGO MINDSTORMS EDUCATION