

Elementy ruchome liniowo w ramieniu podającym cukierki.

Artur Bylica, Jan Drzyzga, Jakub Kawalek, Tomasz Rogala
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Katedra Robotyki i Mechatroniki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
bylica@student.agh.edu, drzyzga@student.agh.edu.pl,
jakubkawalek@student.agh.edu.pl, trogala@student.agh.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE

Chwytnak – Cała część odpowiedzialna za chwytnie(cz.5), Część ramienia 3. – zmieniająca 2. Kąt , Część ramienia 2. – zmieniająca 1. Kąt ramienia, Ruch liniowy – w płaszczyźnie wyznaczonej przez ramie.

STRESZCZENIE

Praca ta dotyczy wykorzystanych technologii, i rozwiązań przy budowie ramienia chwytającego i poruszającego liniowo cukierek chwyconego. Cała praca została wykonana przy użyciu programu Fusion 360® od Autodesk®. Została wykonana w 100% z LEGO® i elementów z nimi kompatybilnymi(MINDSTORMS®, servo, LEGO® Technic™). System ten został zaprojektowany (w odróżnieniu od większości systemów tego typu) w oparciu o koła zębate i przekładnie. Zostały one zastosowane ze względu na obrane materiał i ograniczenia związane z hydraulicznymi częściami dostarczonymi przez producenta (LEGO®). Sam projekt jest wzorowany na Lego® Mindstorms® Education EV3 [1]. Jest on jednak bardziej rozbudowany i precyzyjny.

1.WSTĘP

Głównym powodem wyboru danego tematu była chęć stworzenia robota potrafiącego wykonywać określaną operacje mechaniczną w tym wypadku przenoszenie przedmiotów z miejsca A do miejsca B. Wybór padł konkretnie na ramię potrafiące przenosić cukierki. Grupa projektowa została podzielona segment mechaniczny, elektroniczny i informatyczny. Segment mechaniczny projektu zajmował się, zaprojektowanie i budowę całej konstrukcji przy pomocy programu Fusion korzystając z modeli klocków lego. Projektanci zostali podzieleni na 5 podgrup*, z czego każda zajmowała się innym segmentem robota. W danej publikacji omówione zostaną problemy oraz zastosowane rozwiązania grup odpowiadających za chwytak, oraz wysięgnik ramienia. Praca została wykonana i zaprojektowana przez autorów , poszczególne osoby odpowiedzialne była za:
Artur B. – Chwytak (Część 5.)

Jan D. – Część ramienia 4.

Tomasz R. – Część ramienia 3.

Jakub K. - Część ramienia 2.

*Pozostała grupa (cz. 1) wykonała część odpowiedzialną za obrót ramienia. Link do artykułu z tym związanym znajduje się w dziale Bibliografia I załączniki [2].

2.CEL I ZAKRES PRACY

Celem Pracy jest wykonanie części ramienia i połączenia je w taki sposób za pomocą silników i przekładni aby pozwalały złapać cukierek znajdujący się w płaszczyźnie ramienia, podnieść go, przenieść w wyznaczone miejsce i puścić. Poszczególne elementy każdej z grup zostały wykonane w programie Fusion 360, po czym zostały połączone w jeden element który widnieje na rys. 3.

Zakres Pracy:

- w rozdziale pierwszym opisano po krótkce zakres projektu, wykorzystane materiały i podział pracy w zespole.
- w rozdziale drugim przedstawione zostały cele i zakres pracy
- w rozdziale trzecim przedstawione zostały istniejących rozwiązań,
- w rozdziale czwartym przedstawiono proces myślowy stojący za wyborem rozwiązań,
- w rozdziale piątym przedstawiono render pełnego ramienia i przeprowadzone testy.
- w rozdziale szóstym przeanalizowano wyniki oraz wykonane obliczenia,

- w rozdziale siódmym przedstawiono wnioski oraz podsumowano pracę,
- w rozdziale ósmym zamieszczono bibliografię oraz odpowiednie załączniki.

3.PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH ROZWIĄZAŃ

Na rynku można znaleźć wiele projektów i rozwiązań podobnych do naszego projektu. Sama firma Lego Proponuje podobny projekt wraz z [Mindstorms® Education EV3](#) [5] . Nasz projekt zapewnia jednak dużo większy zasięg, precyzję i sam przedmiot podnoszony może być większy. Jednak nie była to nasza jedyna inspiracja. Robot [TinkerKit Braccio Robot®](#) [4] ze względu na wykorzystane sterowanie (Arduino®) był również ważny przy rozwoju naszego projektu. Łączył on niewielkie rozmiary i prostotę konstrukcji co pozwoliło na łatwiejsze zrozumienie działania tego typu maszyny, i co za tym idzie zaprojektowanie takowej. Zastosowany chwytak został zaprojektowany na wzór chwytaków w grach hazardowych z zabawkami. Jako, że zdecydowaliśmy się na grawitacyjne zamontowanie chwytaka, poczwórne ramiona wraz z mechanicznym zaciskiem wydawały się najlepszym rozwiązaniem.

4.TABLICA MORFOLOGICZNA

Pierwszym elementem po wybraniu tematu była „burza mózgów” i stworzenie tablic morfologicznych aby wyłonić najlepsze elementy z podanych przez projektantów pomysłów. Tablice takie ułatwiają wybór poprzez przejrzyste kryteria wyboru jak i usystematyzowanie pomysłów w jednej tabeli. Więcej na ten temat tutaj: [Tablice Morfologiczne](#). W wypadku naszego projektu zostały stworzone 2 tablicę jedna odpowiadająca chwytakowi i druga odpowiadająca za 3 pozostałe części.

TABLICA MORFOLOGICZNA					
Nr	Problem/Funkcja	Rozważane możliwe rozwiązania problemu			
Mechanika - Ramię chwytające cukierka - 3. Chwytek					
1.	Jakie rodzaj "silnika" chwytak?	pneumatyka	silnik XL Lego	serwonapęd	silnik krokowy
	Kryterium 1	lekkie	ciężkie	lekkie	ciężkie
	Kryterium 2	łatwe	średnie	mały	mały
	Kryterium 3	mały	duży	duży	duży
	Kryterium 4	b.mała	mała	średnia	średnia
2.	Ile ramion chwytaka?	dwa	trzy	cztery	
	Kryterium 1	lekkie	średnie	ciężkie	
	Kryterium 2	łatwe	trudne	średnie	
	Kryterium 3	mały	średni	duży	
	Kryterium 4	średnia	duża	duża	
3.	Rodzaj poruszania chwytakiem?	grawitacyjny	w płaszczyźnie ramienia	wokół osi chwytaka	w płaszczyźnie i osi
	Kryterium 1	lekkie	Ciężkie	średnie	ciężkie
	Kryterium 2	łatwe	średnie	średnie	trudne
	Kryterium 3	mały	średni	średnie	duże
	Kryterium 4	b.mała	średnia	duża	duża
4.	Rodzaj ramion chwytaka?	mechaniczne	złożone z jednego elementu	złożone z wielu elementów	
	Kryterium 1	ciężkie	lekkie	średnie	
	Kryterium 2	trudne	łatwe	średnie	
	Kryterium 3	duże	mały	średni	
	Kryterium 4	duża	b.mała	średnia	
5.	Jaka przekładnia dla S.XL?	ślimakowa	wielostopniowa		
	Kryterium 1	lekkie	ciężkie		
	Kryterium 2	łatwe	średnie		
	Kryterium 3	średnia	średnia		
	Kryterium 4	średnia	mała		
6.	Ile pneumatycznych elementów?	dwa	trzy	cztery	
	Kryterium 1	lekkie	lekkie	średnie	
	Kryterium 2	łatwe	trudne	średnie	
	Kryterium 3	mały	średni	duże	
	Kryterium 4	średnia	duża	średnia	
Kryteria					
Waga	lekkie	średnia	ciężkie	b.cieźkie	Waga (Ocena)
Trudność w Implementacji	łatwe	średnie	trudne	b.trudne	400%
Zakres działania	duży	średni	mały	b.duży	100%
Wartość edukacyjna	300%	300%	300%	300%	300%

Rys. 2 „Tablica Morfologiczna Dotycząca Chwytaka”

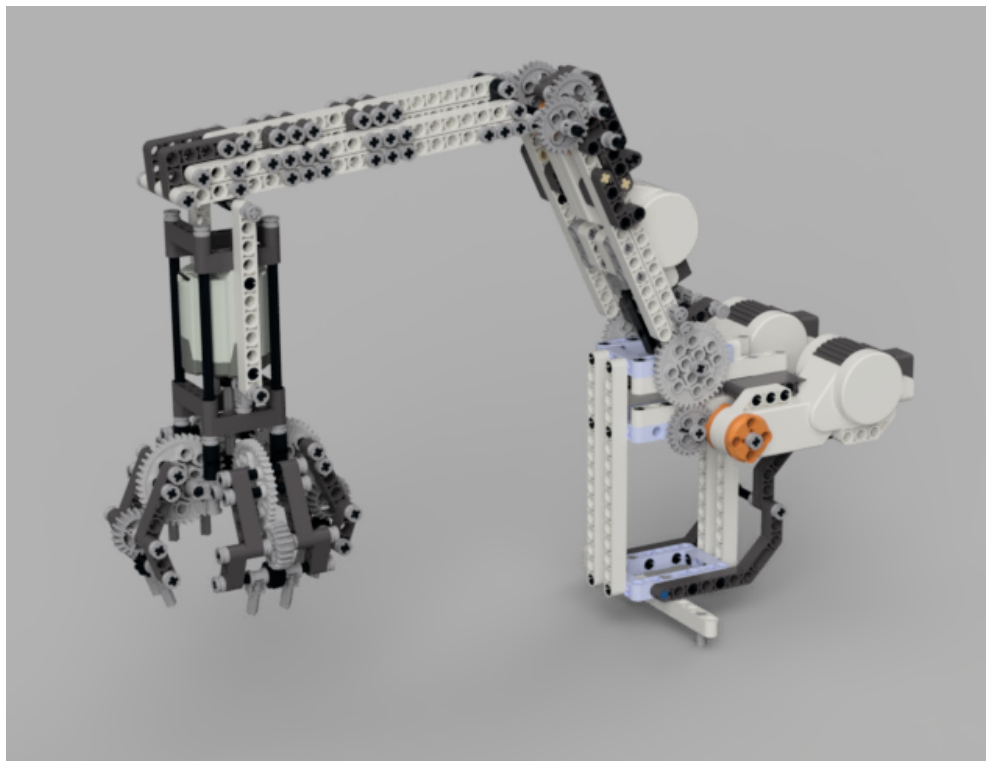
TABLICA MORFOLOGICZNA						
Nr	Problem/Funkcja	Rozważane możliwe rozwiązania problemu				
Mechanika - Ramię chwytające cukierka - 2. Ramię						
1.	Rodzaj silnika	silnik lego NXT	serwonapęd	silnik lego XL	silnik krokowy	
	Kryterium 1	mały	średni	mały	duży	
	Kryterium 2	duży	mały	średni	mały	
	Kryterium 3	niska	średnia	niska	wysoka	
	Kryterium 4	średnia	niska	średnia	wysoka	
2.	Rodzaj przekładni	pasowa	wielostopniowa	jednostopniowa		
	Kryterium 1	lekkie	ciężkie	lekkie		
	Kryterium 2	mały	Duży	mały		
	Kryterium 3	średnia	Duży	mały		
	Kryterium 4	średnia	średnia	niska		
3.	Długość pierwszego ramienia	krótkie	średnie	długie		
	Kryterium 1	lekkie	średnie	ciężkie		
	Kryterium 2	-	-	-		
	Kryterium 3	mały	mały	Średnia		
	Kryterium 4	niska	niska	średnia		
4.	Długość drugiego ramienia	krótka	średnia	długa		
	Kryterium 1	lekkie	średnie	ciężkie		
	Kryterium 2	-	-	-		
	Kryterium 3	mała	mała	Średnia		
	Kryterium 4	niska	niska	średnia		
		Kryteria				Waga (ocena)
		Waga	ciężki	średni	lekki	200%
		Moment obrotowy	duży	średni	mały	400%
		Idność implementa	niska	średnia	wysoka	300%
		Wartość edukacyjna	niska	średnia	wysoka	100%

Rys. 3. „Tabela Morfologiczna Dotycząca Ramienia”

Tablice te bardzo ułatwiły wybranie elementów, które zostały zaznaczone na zielono. Kryteria takie jak: waga, moment obrotowy, zakres działania czy trudność implementacji są dość zrozumiałe i popularne w tego typu projektach. Wartość edukacyjna jest jednak dość nietypowa i rzadko spotykana. Zastosowana została aby członkowie jak najwięcej nauczyli się podczas tworzenia projektu. Ma ona w obu przypadkach wysoki współczynnik w wadze ocen. Waga ocen była naszym wskaźnikiem jak ważne jest dane kryterium od 100% najmniej ważne do 400% najważniejsze. Nie wszystkie wybory zostały dokładnie wybrane ze względu na proste wyliczenia ponieważ jest to zbyt prosta tablica i ma zdecydowanie zbyt mało kryteriów. Pomogła one jednak wyznaczyć wspólny cel co jest często największą przeszkodą w przypadku takich projektów ponieważ, niewielkie niejasności w celu sprawiają, że każda osoba i co za tym idzie każdy zespół tworzy inną maszynę.

5.MODEL I SYMULACJE

Poniżej pokazane jest pełne ramie wyrenderowane przy pomocy programu Fusion 360®. Zostało ono zaprojektowane w oparciu o wcześniejszy projekt i tablicę morfologiczną. Sama funkcjonalność została sprawdzona w oparciu o możliwość animowania w programie Fusion 360®. Niestety przez sytuację epidemiologiczną zespół nie był w stanie spotkać się i zbudować pełnego ramienia. Jednak każda z osób miała wcześniej doświadczenie z klockami lego więc sama funkcjonalność została sprawdzona przy pomocy dostępnych metod i wiedzy projektantów.

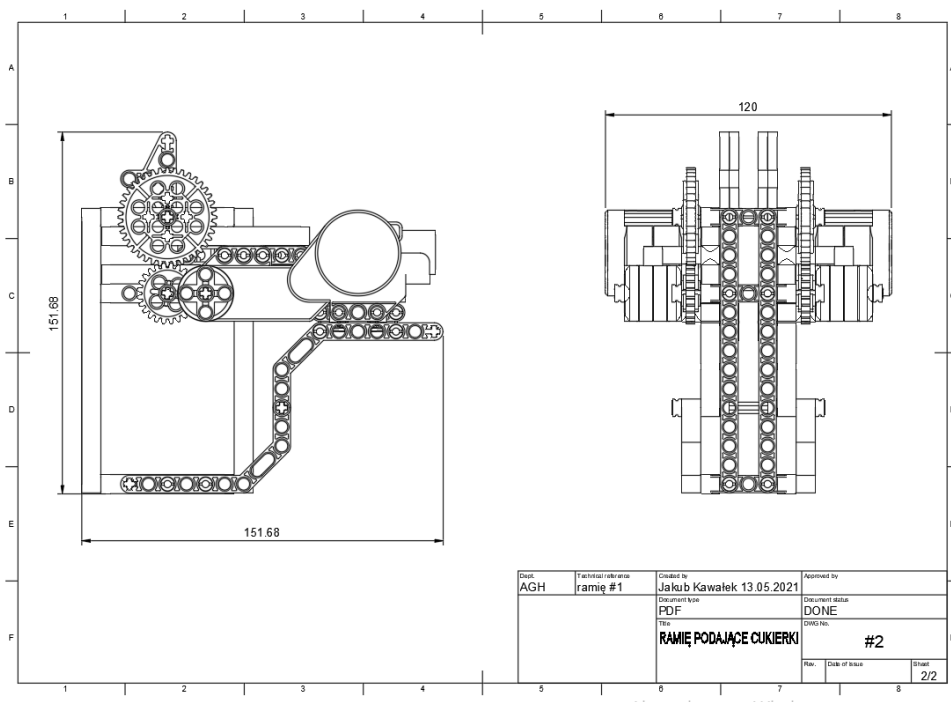


Rys. 3 „Widok Izometryczny Pełnego Elementu”

Poszczególne elementy jak i ramie zostały również wyrenderowane w innych rzutach jednak aby nie wrzucać tutaj tak dużej ilości zdjęć zostały one umieszczone na stronie Pinterest® naszego Projektu – Do którego znajduje się w dziale 8. [3]:

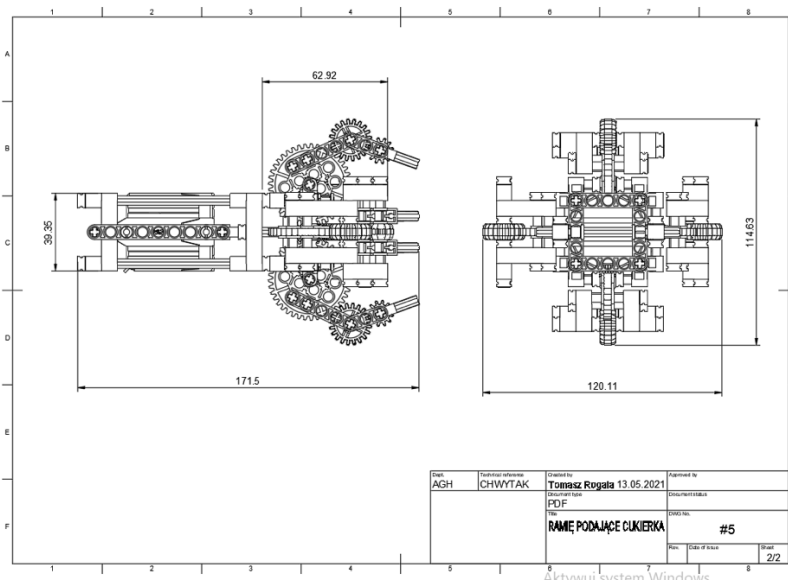
6. POMIARY ORAZ ANALIZA WYNIKÓW

Zespoły nie mogły stworzyć rzeczywistej wersji więc wszystkie wyliczenia i pomiary zostały wykonane w programie Fusion 360®. Poniżej zostały zamieszczone rysunki techniczne poszczególnych części. Poniżej umieszczone są niektóre z rysunków zawierających wymiary poszczególnych części. Wszystkie rysunki zajmowałyby zbyt obszerną część materiału są jednak dostępne na stronie Pintrest® naszego projektu do którego link znajduje się w dziale [8].



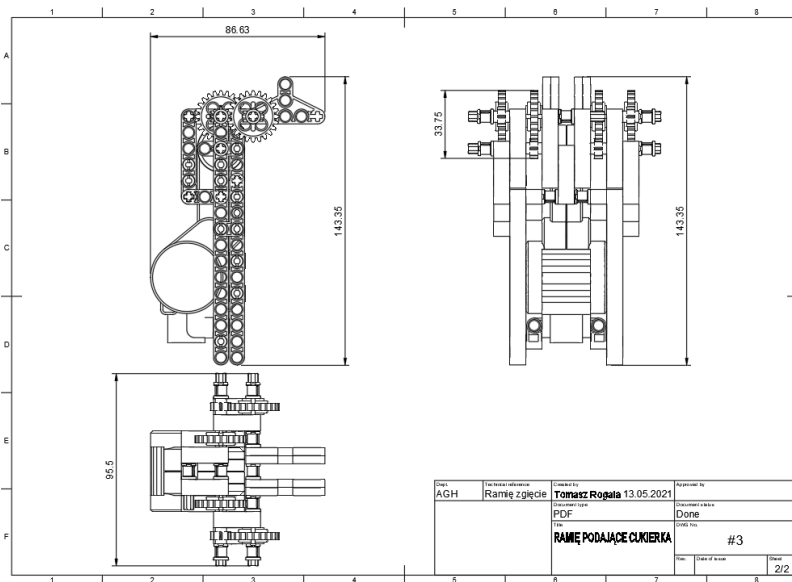
Rys. 4. „Część Ramienia 2”

Jest to część której silniki odpowiadają nie tylko za obrót i zmianę pierwszego kąta ramienia, służą one także jako przeciwwaga aby ramię nie przewróciło się przy poruszającym się ramieniu. Jak też widać na rysunku zostało zostawione miejsce aby dodać dodatkową masę do przeciwwagi, gdyby przedmiot przenoszony był cięższy lub też ramię musiało by pracować na odległości przekraczające standardowe od środka obrotu.



Rys. 5 „Część Ramienia 5”

Chwytnak w tej formie został wybrany po tym jak pierwsza iteracja w której części mechaniczne były zwykłymi szczypcami lego była zbyt masywna i nie pozwalała z taką precyzją podnosić cukierków. Chwytnak ten jest również dość masywny jednak sprawdza się on dobrze przez możliwość zamknięcia cukierka w pewnego rodzaju klatce zamkniętej z czterech stron.



Rys. 6. „Część Ramienia 3”

Jest to część ramienia odpowiedzialna za zmianę drugiego kąta i była ona jedną z trudniejszych do zaprojektowania. Musiała ona posiadać wystarczający moment obrotowy, być lekka i wystarczająco długa.

Element	Moment obrotowy
silnik	Ms
Przekładnia 24/10	12/5Ms

Zostały zastosowane dwie przekładnie typu reduktor aby zapewnić odpowiedni moment na wyjściu. Po wyliczeniach wynosiła ona 5,76 razy więcej niż podstawowy moment silnika. Było to wystarczająca ilość aby ostatni element mógł być poruszany.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Po przeprowadzeniu wszelkich potrzebnych poprawek projekt został złożony z poszczególnych części. Poprawki polegały na dokładnym sklasyfikowaniu poszczególnych klocków wchodzących w skład każdej z części. Usunięte zostały również elementy które były pewnego rodzaju zamiennikiem prawdziwych połączeń pomiędzy częściami. Wszelkie połączenia zostały również sklasyfikowane i nazwane. Cały projekt był gotowy do zamontowania na podstawie obrotowej.

Jednym z największych problemów związanych z projektem była niemożność zbudowania prawdziwego egzemplarza, co niestety zdecydowanie utrudniło każdy etap. Przy odpowiednim zapoznaniem się jednak z wymiarami wagą i kształtem elementów. Możliwe było wykorzystanie tej wiedzy przy projektowaniu w formie tylko wirtualnej. Sama organizacja pracy była dość prosta i po podziale na podgrupy i wybraniu lidera, sprowadzała się do wyznaczania zadań na dany tydzień i weryfikacja wykonania projektu w wyznaczony dzień. Dodatkowo w jeden z dni spotykali się wszyscy członkowie projektu (grupy odpowiedzialne za elektroniczny aspekt jak i za programowanie) i były omawiane postępy prac i plan wykonania pracy na kolejny tydzień. Poszczególne grupy odpowiedzialne za części ramienia które muszą być ze sobą połączone współpracowały w procesie projektowania takich połączeń.

Po zakończeniu wszelkich prac związanych z podstawowym ramieniem zostały podjęte działania w kierunku ulepszenia ramienia. Prace skupiają się nad zmniejszeniem wagi chwytaka aby ten mógł być szybciej transportowany z miejsca A do miejsca B. Jak również grupy planują dodać pewnego rodzaju sensory wykrywające rękę sięgającą po cukierek.

8. BIBLIOGRAFIA I ZAŁĄCZNIKI

[1] Strona edukacyjna LEGO®: <https://education.lego.com/en-us/product-resources/mindstorms-ev3/downloads/building-instructions>

[2] Strona Projektu hackaday: <https://hackaday.io/project/179742-rami-podajce-cukierka>

(Inne artykuły znajdują się w zakładce pliki)

[3] Pintrest Projektu: <https://pl.pinterest.com/kacperfila0862/rami%C4%99-podaj%C4%85ce-cukierka/modele-ramienia/>

[4] Tinker Braccio robot: <https://store.arduino.cc/tinkerkit-braccio-robot>

[5] LEGO® Mindstorms® Education EV3 Core set : <https://education.lego.com/en-us/products/lego-mindstorms-education-ev3-core-set/5003400#lego-mindstorms-education-ev3>

[6] Analiza I tablicę morfologiczne : https://mfiles.pl/pl/index.php/Analiza_morfologiczna

Dodatkowe źródła informacji dotyczących tego zagadnienia:

<https://automatykaonline.pl>

<https://corobotics.pl>

<https://schunk.com>

<https://automatykaonline.pl>

<https://www.fanuc.eu>

<https://www.procobot.com>