

Lego Dron Transportowy

Dawid Socholik, Jakub Jurzak,
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
socholik@student.agh.edu.pl, jjurzak@student.agh.edu.pl,

SŁOWA KLUCZOWE:

lego, dron, transport, Fusion 360, mechatronika

STRESZCZENIE

Artykuł ma na celu przybliżenie procesu doboru typu pojazdu powietrznego. Zoptymalizowanie budowy i doboru części konstrukcyjnych. Przedstawiono argumentację uzasadnionych wyborów.

1. Wstęp

Celem projektu było stworzenie statku latającego z użyciem elementów konstrukcyjnych LEGO na potrzebę rozwiązania problemu transportowania przesyłek ,oraz udowodnienie konceptu możliwości funkcjonowania takiego robota w życiu codziennym. Projekt został zrealizowany w dwuosobowym składzie projektowo-programistycznym przez studentów Dawida Socholika, oraz Jakuba Jurzaka. knowledge, e.g. books, other scientific publications, patents, or commercial solutions)

2. Koncept

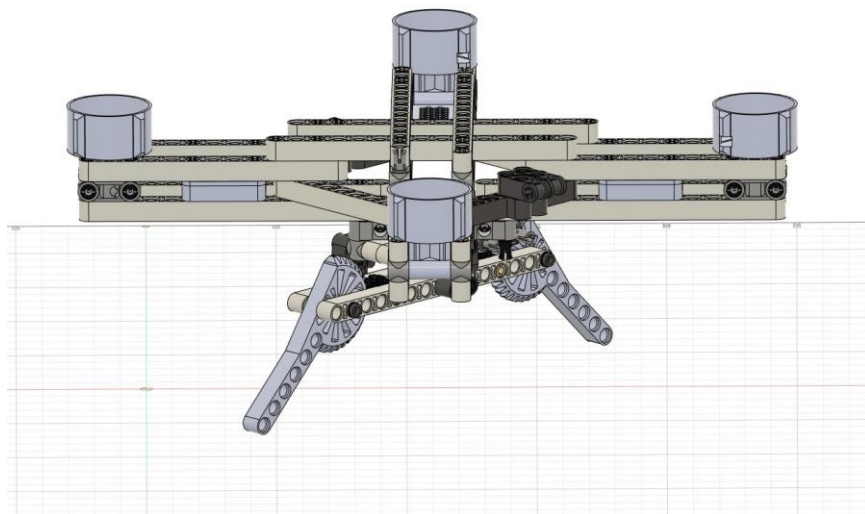
Pierwszym krokiem było podjęcie decyzji w sprawie doboru konstrukcji drona, oraz komponentów dopasowanych do zadania pełnionego przez drona. Począwszy od konstrukcji latającej, następnie poruszając kontroler lotu, oraz elektronikę z lotem związaną, kończąc na mechanizmie podnoszenia paczek. Sporządzono tabelę na potrzeby znalezienia rozwiązania problemów.

3. Tabela Morfologiczna

/	Problem	1 Rozwiązanie	2 Rozwiązanie	3 Rozwiązanie
1	Konstrukcja	helikopter	Quadrocopter	Bikopter
		Utrudnione manewrowanie	Wysoka manewrowość	Dobra manewrowość
		Skomplikowana konstrukcja	Prosta konstrukcja	Skomplikowane sterowanie
2	Kontroler lotu	arduino	dedykowany FC	Rassbery PI
		mały rozmiar	Szybki procesor	duża moc obliczeniowa
		wolny procesor	Mały rozmiar	Duża waga
3	Silniki nośne drona	Silniki Szczotkowe	Silniki Bezsztotkowe	Silniki bezszczotkowe DC
		Duża moc	Wysokie obroty	Mała moc
		Krótka żywotność	Dużą wydajność	Małą masę
4	Silniki chwytaka	Serwomotor	Silnik Bezsztotkowy	Silnik Szczotkowy
		Dokładny obrót	Wysokie obroty	Niskie obroty
		Mała moc	Duża moc	Duża moc
5	Materiał druku 3D	PET-G	PC	PLA
		łatwy druk/tani	ciężki wydruk/drogi	łatwy wydruk
		średnia wytrzymałość	duża wytrzymałość	mało wytrzymały
6	Śmigła kąta natarcia	niski kąt	średni kąt	wysoki kąt
		wysoki niski moment obrotowy	niskie zużycie energii do udźwigu	duże zużycie energii
		mały maksymalny udźwig	średni niski moment obrotowy	duży udźwig
7	Program sterujący FC	ArduPilot	BetaFlight	MultiWii
		możliwość lotu w pełni autonomicznych	brak cech autonomicznych	duża możliwość personalizacji kodu
		skomplikowana konfiguracja i implementacja	łatwe sterowanie	ciężko wykalibrować

4. Projekt 3D

Projektowanie zaczęliśmy od strostruowania projektu w programie do projektowania przestrzennego fusion 360. Do konstruowania użyliśmy udostępnionych nam modeli 3D elementów lego. Szybko się okazało, że potrzebne są nowe elementy, których nie ma nawet w katalogu lego, więc zostały one zaprojektowane przez nas zespół.

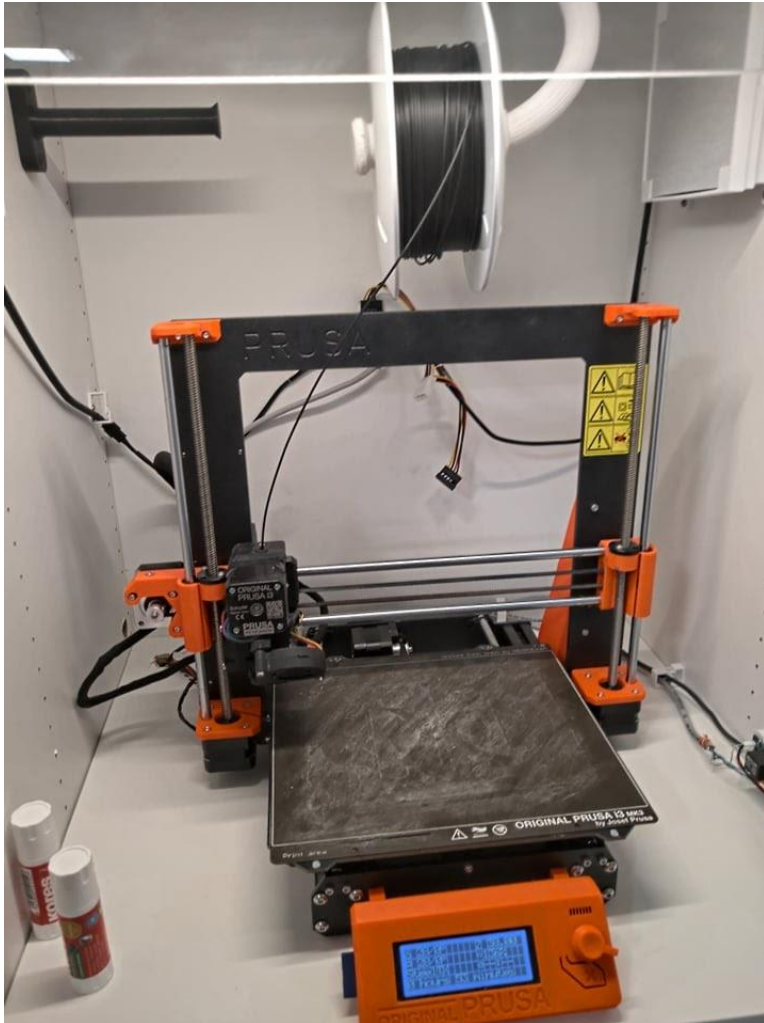


Zdjęcie1. Fusion 360 – wstępny model złożenia projektu drona

Do zaprojektowania elementów konstrukcyjnych nie będących dostępnymi w katalogu lego użyliśmy oprogramowania Solid Works 2019, ponieważ członkowie naszego zespołu byli już zaznajomieni z tym oprogramowaniem. Części zostały wykonane bazując na wymiarach oraz wyglądzie tradycyjnych części lego, lecz uwzględniając nasze potrzeby techniczne. Taki model został następnie wyeksportowany do rozszerzenia STEP, oraz wysłany do modelu we Fusion.

5. Wykonanie

Po zaprojektowaniu konstrukcji nadszedł czas na wykonanie fizycznego modelu. Tak więc połowa ekipy w postaci jednej osoby zajęła się konstruowaniem maszyny z elementów lego w oparciu o zaprojektowaną konstrukcję, natomiast druga połowa ekipy rozpoczęła wytwarzanie zaprojektowanych nowych elementów w technologii przyrostowej. Mówiąc potocznie elementy zostały wydrukowane na drukarce 3D, z materiału PETG.



Zdjęcia 2. Drukarka FDM użyta do wydruku elementów

Po wydrukowaniu niezbędnych elementów, oraz złożeniu ich razem z wcześniej powstałą konstrukcją uzyskaliśmy fizyczną konstrukcję, którą wcześniej zaprojektowaliśmy cyfrowo.



Zdjęcie 3. Dron podnoszący paczkę.

6. Oprogramowanie

Gdy został skonstruowany prototyp nadszedł czas na napisanie oraz wgranie oprogramowania sterującego naszą maszyną. Jako stabilizator lotu użyte zostało oprogramowanie Multiwii, które wpisuje się znakomicie w tematykę środowiska arduino.

Po odpowiednim skonfigurowaniu wielowirnikowca jako czterośmigłowego drona, należało wybrać protokół komunikacji między odbiornikiem działającym w trybie komunikacji PPM a wybraną płytką sterującą. Gdy komunikacja została uzyskana należało wyregulować nastawy PID drona, aby ten mógł stabilnie utrzymywać się w powietrzu.

```
legodron
#include <VL5310X.h>
#include <Servo.h>
#include <Wire.h>

VL5310X sensor1;
VL5310X sensor2;
Servo silnik1;
Servo silnik2;

int distance = 40;
int paczka = 40;
int wskaznik = 1;
int pac = 0;
int s1 = 1200;
int s2 = 1800;
int st = 1500;

void setup()
{
  pinMode(16, INPUT_PULLUP);
  pinMode(15, INPUT_PULLUP);
  silnik1.attach(14);
  silnik2.attach(13);
  pinMode(12, INPUT);
  pinMode(11, INPUT);
  pinMode(10, INPUT);
  pinMode(9, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
}

void loop()
{
  while (1)
  {
    distance = sensor1.readRangeContinuousMillimeters();
    paczka = sensor2.readRangeContinuousMillimeters();
    if (pac == 0)
    {
      if (distance - paczka > 30)
      {
        while( digitalRead(12) == LOW && digitalRead(11) == LOW)
        {
          silnik1.writeMicroseconds(s1);
          silnik2.writeMicroseconds(s2);
          wskaznik = paczka + 10;
        }
        silnik1.writeMicroseconds(st);
        silnik2.writeMicroseconds(st);
        pac = 1;
        delay(5000);
      }
    }
    if (paczka == 1)
    {
      if (distance >= wskaznik)
      {
        while( digitalRead(10) == LOW && digitalRead(9) == LOW)
        {
          silnik1.writeMicroseconds(s2);
          silnik2.writeMicroseconds(s1);
        }
        silnik1.writeMicroseconds(st);
        silnik2.writeMicroseconds(st);
        pac = 0;
        delay(5000);
      }
    }
  }
}
```

Zdjęcie 4. Kod sterujący chwytakiem drona.

Gdy projekt utrzymywał się stabilnie w powietrzu nadszedł czas na zaprogramowanie chwytaka, tak, aby mógł samoczynnie podnosić paczki, gdy spełnione zostaną odpowiednie warunki.

Na podstawie dwóch czujników TOF chwytak oceniał odległość drona do podłoża, oraz czy paczka znajduje się w przestrzeni chwytania. W momencie ,gdy odpowiednie warunki zostały spełnione paczka została schwyta, a dron mógł spokojnie lecieć w kolejne wskazane miejsce. Ponadto dzięki zastosowaniu dwóch czujników odległości dron mógł lądować używając swojego chwytaka jako podwozia, oczywiście w specjalnym przeznaczonym do lądowania położeniu ramion.

7. Wyniki

Ukończony projekt został przetestowany w różnych warunkach wraz z różnymi rozmiarami przesyłek podpiętymi do drona. Po wyregulowaniu i skomplikowanej konfiguracji charakterystyki manewrowości drona były znakomite, co było zgodne z naszymi założeniami.



Zdjęcie 5. Dron przenoszący przesyłkę.

Ponadto zauważony został istotny problem, który uzależnia wielkość drona do rozmiaru przesyłek które może unieść. W przypadku przesyłek o dość dużej powierzchni poprzecznej pudełka wydajność silników drastycznie malała, ponieważ powietrze zaciągnięte przez silniki wytraca energię na paczce trzymanej przez drona. Zatem niezależnie od masy takiej paczki lot stawał się trudny, wręcz niewykonalny.

Jednak sam w sobie projekt uznany został z twórców jako sukces, ponieważ zostały zrealizowane założenia, oraz wyniki były pozytywne.

8. Bibliografia

- <https://github.com/multiwii>
- <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/v15310x/>
- <https://www.rynek-lotniczy.pl/wiadomosci/drony-dostarczaja-paczki-klientom-w-wielkiej-brytanii-w-polsce-bedzie-trudno-to-wdrozyc-10313.html>
- <https://aeromind.pl/Podstawy-mechaniki-ccms-pol-53.html>
- <https://www.instructables.com/Flying-Lego-Quadcopter/>