

# WYDZIAŁ MECHANICZNY POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ

## POJEKT Z PRZEDMIOTU

### Systemy Autonomiczne

kod przedmiotu: MYAR2S22007M

**Temat: Projektowanie układu sterowania i nawigacji śmigłowca wielowirnikowego  
jako systemu autonomicznego**

Autor: Ostaszewicz Dawid

Kierunek: Automatyka i Robotyka, II stopień

Specjalność: Informatyzacja Przemysłu

Semestr II

Prowadzący: dr inż. Leszek Ambroziak

Weryfikacja efektów uczenia się:

EK1: ...

EK2: ...

EK3: ...

EK4: ...

EK5: ...

EK6: ...

EK7: ...

EK8: ...

Uwagi prowadzącego:

ocena: ...

## **Cel i zakres projektu**

Celem projektu jest zapoznanie się z systemami autonomicznymi na przykładzie śmigłowca wielowirnikowego. Projekt obejmuje poznanie modelu śmigłowca, autonomi lotu oraz funkcji i algorytmów niezbędnych do poprawnego planowania nakazanej linii drogi; generowaniem drogi i sposobami aktywnej korelacji.

## **Zadanie nr 1**

### **Treść**

Zapoznaj się z układem symulacyjnym śmigłowca czterowirnikowego; dostępnym w bibliotece RMVT. Dodaj do układu symulacyjnego wyświetlanie parametrów lotu śmigłowca (porównaj wartości zadane parametrów nawigacyjnych z aktualnie mierzonymi). Zmodyfikuj model dynamiki śmigłowca zgodnie z parametrami zawartymi w tabeli. Sprawdź działanie układu sterowania dla zmodyfikowanych parametrów modelu, popraw nastawy pętli regulacyjnych i sposób stabilizacji śmigłowca. Poeksperymentuj z różnymi wzmocnieniami w układzie sterowania. Co się stanie jeśli zmniejszysz tłumienie lub zupełnie je usuniesz. Usuń kompensator siły grawitacji i poeksperymentuj z dużą wartością wzmocnienia w układzie sterowania wysokością lub z innym typem regulatora.

## **Zadanie nr 2**

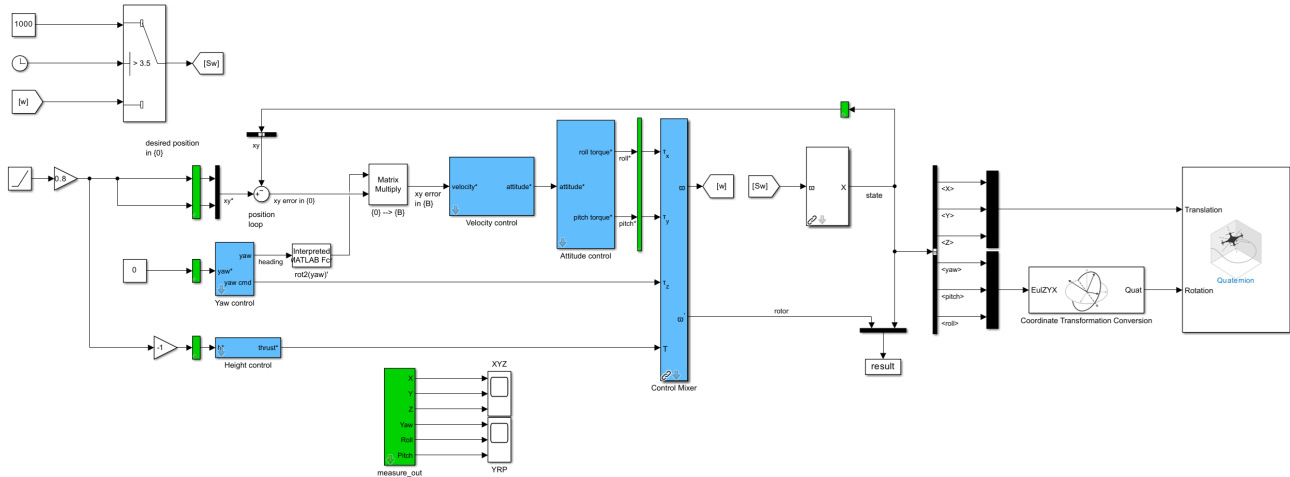
### **Treść**

Opracuj funkcję realizującą ruch balistyczny śmigłowca. Niech quadrotor wystartuje pod kątem 45 stopni do poziomu, następnie wyzeruj cały ciąg. Sprawdź uzyskaną trajektorię śmigłowca. Spróbuj opracować funkcję realizującą lot balistyczny do zadanego punktu na powierzchni.

### **Opracowanie**

Istnieje wiele podejść do problemu realizacji ruchu balistycznego śmigłowca wielowirnikowego. Pierwszą z nich jest sterowanie śmigłowcem do określonego punktu przestrzeni; żeby następnie, jeszcze w trakcie przyspieszenia wyłączyć lub ograniczyć ciąg. W efekcie takiego zabiegu trajektoria powinna być zbliżona do balistycznej. Poprzednie rozwiązanie jest problematyczne pod względem uchwycenia chwili, posiadania przyspieszenia. Jeśli ciąg wyłączy się zbyt późno, przyspieszenie obiektu w osiach XY może być zbyt małe, żeby utworzyć dobrą trajektorię balistyczną. Prostrzym podejściem będzie zadawanie pozycji liniowo narastającej w czasie. W

wyniku pracy z regulatorami o pojedynczym całkowaniu, śmigłowiec, co prawda nie będzie nadążał za wartością zadaną; będzie posiadał stały uchyb, co jest wadą zastosowanych regulatorów o jednokrotnym całkowaniu, jednak w każdym razie obiekt w określonej sytuacji powinien posiadać stałe przyspieszenie. Jeśli ciąg zostanie ograniczony, obiekt będzie się zniżał. Trajektoria będzie zbliżona do balistycznej. Rysunek ... przedstawia schemat Simulinka do realizowanego zadania.



Rysunek 1: Schemat realizacji trajektorii balistycznej

Ciąg generowany przez śmigła będzie ograniczony, w różnych odstępach czasu. Badanie odległości punktu lądowania od czasów wyłączenia, umożliwi wyprowadzenie zależności czasu ograniczenia ciągu od odległości; ostatecznie taki zabieg umożliwi stworzenie realacji, która pozwoli zadawać punkt lądowania, Rysunek ... Znając realcję czasu wyłączenia od odległości na jakiej ląduje dron (można obliczyć z eq...).

$$s = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

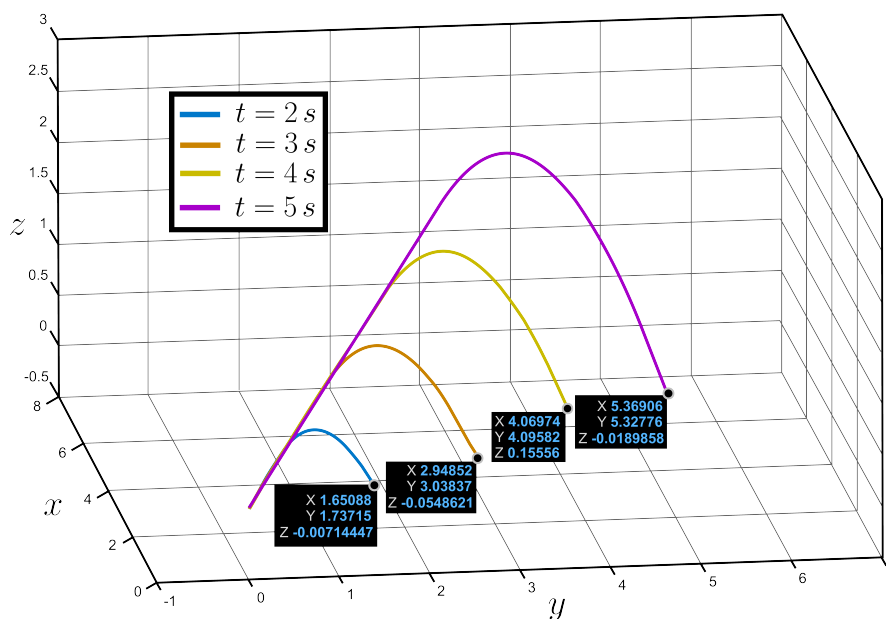
Można z pomocą Rysunku ... aproksymować odległość punktu lądowania. W takim kontekście zadanie punktu lądowania powinno odpowiadać wektorowi przemieszczenia w płaszczyźnie XY i relacji czasu ograniczenia ciągu. Pierwszą rzeczą będzie zadanie określenia kąta wektora przemieszczenia w płaszczyźnie XY, eq...

$$k_x = \sin \arctan \frac{x^*}{y^*} \quad (2)$$

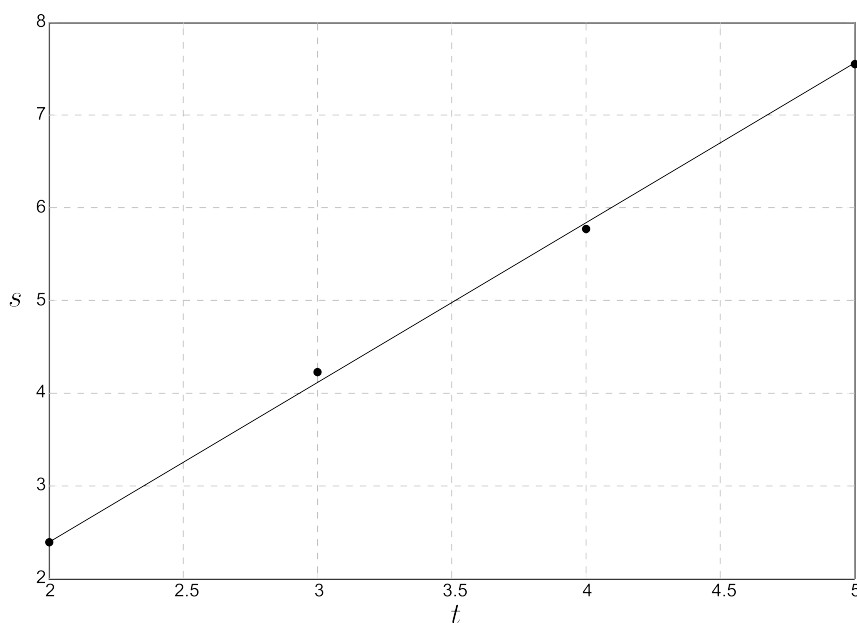
$$k_y = \cos \arctan \frac{x^*}{y^*} \quad (3)$$

Natomiast moduł wektora przemieszczenia określa równanie aproksymacji drogi eq ...

$$t = \sqrt{x^2 + y^2} - 0.13 \quad (4)$$



Rysunek 2: Otrzymane trajektorie balistyczne



Rysunek 3: Odległość od punktu startowego

## Wnioski

Wykonane badania pozwalają określić, zależności na wykonanie balistycznego lotu śmigłowca wielowirnikowego. Zastosowanie liniowo narastających wartości zadanych umożliwia zadanie stałego przyspieszenia obiektu, natomiast ograniczenie ciągu wymusza ruch po trajektorii ba-

listycznej. Wykonane badanie wraz z aproksymacją umożliwia wyprowadzenie równań na lot balistyczny w przybliżeniu do punktu zadanego.

### **Zadanie nr 3**

#### **Treść**

Opracuj funkcję realizującą automatyczne lądowanie śmigłowca w oparciu o dostępne sygnały pomiarowe (lądowanie może być aktywowane w dowolnym momencie, ze wskazaniem miejsca lądowania, po aktywowaniu funkcji automatycznego lądowania śmigłowiec przerywa wcześniej realizowany scenariusz, podąża do punktu lądowania, przechodzi do zawisu, po czym łagodnie ląduje)

### **Zadanie nr 4**

#### **Treść**

Zaimplementuj algorytmy planowania i śledzenia ściezek robota latającego (Bug2, DX, D\*, PRM oraz algorytmu wykorzystującego dowolnie zdefiniowane pole potencjałowe). Mapa otoczenia jest dostarczona przez prowadzącego.