



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Algorytmy sterowania robotami latającymi

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne systemy latające i systemy autonomiczne

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Wojciech Adamski

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: wojciech.adamski@put.poznan.pl

telefon: 665-2846

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A, Poznań

### Wymagania wstępne

Przed przystąpieniem do kursu student powinien posiadać podstawową znajomość języka programowania Python. Podstawową wiedzę z zakresu matematycznego opisu ruchu ciała sztywnego, zarówno kinematyki, jak również dynamiki. Wymagana jest również znajomość rachunku macierzowego i wektorowego. Z zakresu teorii sterowania wymagana jest znajomość analizy stabilności Lyapunova oraz podstawowe wiadomości na temat właściwości układów liniowych i nieliniowych.

### Cel przedmiotu

Rozszerzenie wiedzy na temat modelowania i sterowania obiektów fizycznych, ze szczególnym uwzględnieniem robotów latających. Przedstawienie sposobów uwzględniania rzeczywistej



charakterystyki obiektów w procesie modelowania oraz syntezy algorytmu sterowania. Nauczenie sposobów weryfikacji symulacyjnej i implementacji omawianych algorytmów.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Wiedza na temat modelowania obiektów latających z różnymi typami napędów oraz uwzględnieniem oddziaływania środowiska w którym się porusza [K2\_W5]
2. Wiedza na temat czujników wykorzystywanych w obiektach latających [K2\_W4, K2\_W6]
3. Wiedza na temat projektowania i analizy algorytmów sterowania ruchem robotów latających [K2\_W8, K2\_W5]
4. Wiedza na temat sposobów doboru parametrów sterowników zapewniających stabilność działania robotów latających [K2\_W5, K2\_W8]

#### Umiejętności

1. Umiejętność zaprojektowania i wykonania symulacji robota latającego z uwzględnieniem ograniczeń napędów, zakłóceń zewnętrznych i efektów aerodynamicznych [K2\_U9, K2\_U10]
2. Umiejętność projektowania algorytmu sterowania ruchem robota latającego oraz przeanalizowania jego stabilności i odporności na zakłócenia i niepewności modelowania [K2\_U12, K2\_U13]
3. Umiejętność projektowania obserwatorów pozwalających określić wartość składowych stanu obiektu niedostępnych bezpośrednio z układu pomiarowego [K2\_U13]
4. Umiejętność przeszukiwania literatury w celu znalezienia propozycji rozwiązań do różnorodnych problemów sterowania robotów latających [K2\_U1]
5. Umiejętność określenia podstawowych wymagań sprzętowych dla robotów latających dedykowanych konkretnym zastosowaniom [K2\_U13, K2\_U5]

#### Kompetencje społeczne

1. Świadomość potrzeby ciągłego aktualizowania wiedzy w związku z szybko zachodzącymi zmianami technologii w dziedzinie konstrukcji robotów latających [K2\_K1]
2. Świadomość potrzeby uwzględnienia warunków środowiskowych w których poruszają się roboty latające w procesie projektowania algorytmu sterowania [K2\_K4]
3. Świadomość potrzeby wyjaśniania trudności związanych z budową robotów autonomicznych, w szczególności latających [K2\_K6]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Przedstawione powyżej efekty uczenia są weryfikowane w następujący sposób:



1. Wykłady: Ocena końcowa ustalana jest na podstawie egzaminu w formie testu. Test składa się z pytań zawierających 4 odpowiedzi, z których tylko jedna jest poprawna. Za każdą poprawną odpowiedź student otrzymuje 1 punkt. Do zaliczenia egzaminu konieczne jest uzyskanie co najmniej 50% możliwych punktów.

2. Zajęcia laboratoryjne: Ocena końcowa wynika z ogólnej oceny jakości zadań realizowanych przez studenta; ocena dotyczy: a) jakości technicznej uzyskanych wyników, b) jakości szczegółów realizacji, oraz c) "obrony" zadań w postaci odpowiedzi na szczegółowe pytania związane z tematyką zajęć laboratoryjnych.

### Treści programowe

#### 1. Wykłady:

Kategoryzacja robotów latających.

Wyjaśnienie podstawowych problemów specyficznych dla zadania sterowania robotów latających.

Metody modelowania oddziaływań dynamicznych mających wpływ na ruch robotów latających.

Czujniki wykorzystywane w lotnictwie.

Wyprowadzenie równań kinematyki obiektu dla różnych reprezentacji rotacji.

Wyprowadzenie modelu ruchu obiektu latającego w przestrzeni trójwymiarowej z uwzględnieniem oddziaływań aerodynamicznych takich jak ciąg, siła nośna, masa dodana i wpływ wiatru.

Opis modelu matematycznego układu napędowego samolotu, helikoptera, quadrotora i sterowca.

Wyprowadzenie zlinearyzowanych modeli ruchu w przestrzeni trójwymiarowej dla kanonicznych zadań autopilota.

Omówienie algorytmów sterowania obiektów liniowych ze sprzężeniem od stanu, sprzężeniem od wyjścia oraz wykorzystujących metodę odwracania dynamiki.

Optymalny dobór parametrów regulatora obiektu zlinearyzowanego.

Rekonstrukcja stanu z wykorzystaniem obserwatora Luenbergera i obserwatora ślizgowego.

Omówienie sposobu działania i zastosowań filtra Kalmana i filtra wielomianowego.

#### 2. Zajęcia laboratoryjne:

Symboliczne wyprowadzenie i implementacja matematycznego modelu ruchu quadrotora z wykorzystaniem języka programowania Python.

Implementacja algorytmu sterowania stabilizacją wysokości i orientacji dla quadrotora.

Implementacja algorytmu śledzenia trajektorii w przestrzeni trójwymiarowej.



## Metody dydaktyczne

A) Wykłady: prezentacje multimedialne (slajdy) ilustrowane wybranymi przykładami liczbowymi/symulacyjnymi, wraz z dodatkowymi wyjaśnieniami na tablicy.

B) Zajęcia laboratoryjne: praktyczne ćwiczenia komputerowe wykonywane w dwuosobowych grupach w środowisku Jupyter-Python.

## Literatura

### Podstawowa

1. Lighter than air robots : guidance and control of autonomous airships, Yasmina Bestaoui Sebbane, International Series on Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering vol. 58, Springer-Verlag, 2012

2. Linear and nonlinear control of small-scale unmanned helicopters, Ioannis A. Raptis, Kimon P. Valavanis, International Series on Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering vol. 45, Springer-Verlag, 2011

### Uzupełniająca

1. Aircraft Control and Simulation: Dynamics, Controls Design, and Autonomous Systems, Brian L. Stevens, Frank L. Lewis, et al., Wiley, 2015

2. Robust and Adaptive Control: With Aerospace Applications, Eugene Lavretsky, Kevin A. Wise, Springer-Verlag, London, 2013

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	110	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu) <sup>1</sup>	80	3,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności