



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Control of Underactuated Systems

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Smart Aerospace and Autonomous Systems

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2 / 3

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

45

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Bartłomiej Krysiak

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: bartlomiej.krysiak@put.poznan.pl

tel. 48 61 665 2847

Faculty of Control, Robotics and Electrical  
Engineering

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

**Wiedza:** Student rozpoczynający ten moduł powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu teorii sterowania, podstaw systemów autonomicznych.

**Umiejętności:** Student powinien posiadać umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów związanych z wykorzystaniem informacji sensorycznej w kontroli oraz zdolność do pozyskiwania informacji z danych źródeł. Powinien posiadać umiejętności pozwalające na rozwiązywanie podstawowych problemów związanych z programowaniem w środowisku Matlab/Simulink, programowaniem na wysokim i niskim poziomie w C/C++, symulacją dynamicznych systemów ciągłych i dyskretnych. Student powinien rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.



Kompetencje społeczne: Ponadto w zakresie umiejętności społecznych uczeń powinien przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość,

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z zakresu klasyfikacji układów niedosterowanych, modelowania kinematyki i dynamiki układów o dynamice niecałkowalnej, opisu podstawowych właściwości układów niedosterowanych, opisu wybranych metod sterowania w pętli otwartej i zamkniętej.
2. Rozwijanie umiejętności studentów w zakresie modelowania i symulacji kinematyki i dynamiki układów niedosterowanych oraz algorytmów sterowania ruchem.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Uzyska wiedzę na temat struktury sterowania w czasie rzeczywistym na poziomie kinematycznym i dynamicznym - [K\_W3].
2. Posiada szeroką i dogłębną wiedzę na temat modelowania kinematyki i dynamiki układów niedosterowanych - [K\_W5].
3. Posiadać szeroką i głęboką wiedzę na temat projektowania algorytmów sterowania dla systemów nieliniowych - [K\_W7].
4. Posiadają szeroką i dogłębną wiedzę z zakresu robotyki mobilnej - [K\_W10]

#### Umiejętności

1. Potrafi przeprowadzać symulacje algorytmów sterowania oraz wdrażać je w praktyce. - [K\_U9]
2. Potrafi wdrożyć numeryczne modele środowiska pracy robotów. - [K\_U10]
3. Potrafi zweryfikować hipotezę związaną z problemem autonomizacji robotów mobilnych. - [K\_U14]

#### Kompetencje społeczne

1. Odpowiada za własną pracę, potrafi współpracować i współdziałać w zespole oraz brać odpowiedzialność za wspólnie wykonywane zadania - [K2\_K3]
2. Ma świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do aspektów technicznych, szczegółowego zapoznania się z dokumentacją i warunkami środowiskowymi, w jakich będą pracować urządzenia i elementy - [K2\_K4]
3. Ma świadomość złożoności metod i algorytmów oraz konieczności indywidualnego podejścia do rozwiązywania zadań i problemów - [-]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formatywna:

a) zajęcia projektowe:



ocena wykonania prawidłowo przypisanych zadań,

Całkowita ocena:

a) weryfikacja zakładanych celów dydaktycznych związanych z wykładami:

i. ocena zdobytej wiedzy na podstawie egzaminu pisemnego.

ii. omówienie poprawnych odpowiedzi w trakcie egzaminu

b) weryfikacja zakładanych celów dydaktycznych związanych z zajęciami laboratoryjnymi:

i. ocena wiedzy uczniów niezbędnej do przygotowania i przeprowadzenia zadań laboratoryjnych,

ii. monitorowanie aktywności uczniów podczas zajęć,

iii. ocena sprawozdania z projektu

### Treści programowe

Wykład powinien obejmować następujące tematy

Podstawowe pojęcia: system nieaktywny, klasyfikacja systemów nieaktywnych w robotyce, modelowanie kinematyki i dynamiki, integrowalne i nieinteraktywne ograniczenia fazowe, algorytmy sterowania ruchem, ciągi architektur sterowania. Podstawowe definicje: system nieaktywowany, rodzaje systemów nieaktywowanych i ich przykłady (nieholonomiczne roboty ruchome na kołach, wielocłonowe systemy mechaniczne, wahadło odwrócone, pojazdy latające, pojazdy wodne, maszyny do chodzenia i obracania). Modelowanie systemów nieholonomicznych, źródło nieholonomicznych układów. Opis wybranych układów nieholonomicznych (pojazdy z przyczepą, latające konstrukcje wielocłonowe) na poziomie kinematycznym i dynamicznym. Analiza podstawowych właściwości układów nieholonomicznych w odniesieniu do geometrii różnicowej, sterowalności i właściwości aproksymacji liniowej. Symetria przestrzeni konfiguracyjnej, układy zdefiniowane na grupach Lie, przykłady. Dynamika integratywna i nieintegratywna, układy nieaktywne z dynamiką nieintegratywną, przykłady. Dyskusja na temat stabilności układów niedoczynnych. Algorytmy sterowania w pętli otwartej: Metoda Lie-algebraiczna, metoda jacobiańska. Algorytmy sterowania w pętli zamkniętej: techniki nieciągłe, techniki zmiennoczasowe, podejście z funkcją poprzeczną. Systemy nieaktywne z dynamiką hybrydową. Stabilność cyklu okresowego w oparciu o mapy Pioncare. Metoda zerowej dynamiki i rozłączenia w kontroli wybranych układów dynamicznych.

Projekt będzie koncentrował się na praktycznych problemach, które będą rozwiązywane przez studentów pracujących w grupach. Zajęcia obejmują:

Studiowanie literatury uwzględniającej tematykę danego problemu. Modelowanie nieaktywnego systemu na poziomie kinematycznym i dynamicznym w środowisku numerycznym. Wdrażanie wybranych algorytmów sterowania ruchem w środowisku symulacyjnym. Analiza i studium



porównawcze algorytmów sterowania, omówienie możliwości implementacji w praktyce, sformułowanie wymagań inżynierskich i technicznych dla implementacji.

### Metody dydaktyczne

1. Wykłady: prezentacja multimedialna zilustrowana przykładami z wykorzystaniem Matlab'a oraz inne demonstracje przedstawiające systemy sterowania.
2. Projekt: praca zespołowa przy rozwiązywaniu zadań projektowych.

### Literatura

#### Podstawowa

1. S. Sastry, Nonlinear Systems, Springer Verlag, 1999
2. Tchoń, Mazur, Hossa, Dulęba, Manipulatory i roboty mobilne, Akademia Oficyna Wydawnicza PLJ, 2002.
3. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer 2009.
4. M. Michałek, D. Pazderski, Sterowanie robotów mobilnych. Laboratorium, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012
5. R. C. Arkin (edytor), Principles of Robot Motion Theory, Algorithms and Implementation, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2005
6. R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT, 2011
7. S. Sastry, Nonlinear Systems, Springer Verlag, 1999
8. Tchoń, Mazur, Hossa, Dulęba, Manipulatory i roboty mobilne, Akademia Oficyna Wydawnicza PLJ, 2002.
9. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer 2009.
10. M. Michałek, D. Pazderski, Sterowanie robotów mobilnych. Laboratorium, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012
11. R. C. Arkin (edytor), Principles of Robot Motion Theory, Algorithms and Implementation, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2005
12. R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT, 2011

#### Uzupełniająca

1. B. Siciliano, O. Khatib (Ed.), Handbook of Robotics, Springer 2009.
2. J. Borenstein (edytor), Where am I - Systems and Methods for Mobile Robot Positioning, 1996, <http://www-personal.umich.edu/~johannb/shared/pos96rep.pdf>



3. B. Siciliano, O. Khatib (Ed.), Handbook of Robotics, Springer 2009.

4. J. Borenstein (edytor), Where am I - Systems and Methods for Mobile Robot Positioning, 1996,  
<http://www-personal.umich.edu/~johannb/shared/pos96rep.pdf>

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć projektowych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	25	1,0

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