



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i sterowanie robotów

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2 / 4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

5

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Kozłowski

email: Krzysztof.Kozlowski@put.poznan.pl

tel. 61 6652197

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr inż. Jarosław Warczyński

email: Jaroslaw.Warczynski@put.poznan.pl

tel. 61 6652877

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z przedmiotu podstawy robotyki, analizy matematycznej oraz z mechaniki ogólnej. W szczególności powinien: mieć wiedzę z matematyki niezbędną do: analizy własności systemów dynamicznych, i ich numerycznej symulacji w dziedzinie czasu [K1_W1]; mieć wiedzę w zakresie wybranych działów fizyki niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w elementach i układach automatyki i robotyki oraz w ich otoczeniu [K1_W2].

Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest przekazanie podstawowych wiadomości niezbędnych do zrozumienia zagadnień sterowania robotów. W tym przekazanie wiedzy związanej z robotami kołowymi i manipulacyjnymi w



zakresie modelowania ich dynamiki dla celów sterowania. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych z matematycznym opisem ograniczeń nałożonych ruch robota mobilnego, sterowaniem robota manipulacyjnego wzdłuż zadanej trajektorii z uwzględnieniem modelu jego dynamiki.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Student

1. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie mechaniki ogólnej: statyki, kinematyki oraz dynamiki, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia zasad modelowania i konstruowania prostych systemów mechanicznych; - [K1_W3]
2. orientuje się w aktualnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych robotyki; - [K1_W21]
3. zna podstawowe metody stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu kinematyki robotów manipulacyjnych; - [K1_W23]

Umiejętności

Student potrafi:

1. odczytywać ze zrozumieniem projektową dokumentację techniczną oraz proste schematy technologiczne systemów automatyki i robotyki; - [K1_U2]
2. wyznaczać modele matematyczne kinematyki manipulatora, a także wykorzystywać je do celów rozwiązywania podstawowych zadań związanych z programowaniem robota; - [K1_U11]
3. posiada podstawowe umiejętności eksploatacyjne i operatorskie przemysłowych robotów manipulacyjnych; potrafi utworzyć, przetestować i uruchomić prosty program ruchu dla manipulatora przemysłowego; potrafi rozwiązać podstawowe zadania związane z kinematyką robotów; - [K1_U17]

Kompetencje społeczne

Student posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; - [K1_K5]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów:



na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym z wykładu

ii. ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników z egzaminu pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne),

b) w zakresie ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych ćwiczeń audytoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych (dany cykl ćwiczeń laboratoryjnych poprzedza sprawdzian czyli tzw. wejściówka),

ii. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne), premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

iii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez dwa pisemne kolokwia.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Model dynamiki manipulatora: Zadanie proste i odwrotne dynamiki manipulatora.

2. Statyka manipulatora.

3. Układy sterowania robotów:

Niezależne sterowanie węzłami. Sterowanie punktowe. Sterowanie ciągłe. Sterowanie z algorytmem odwrotnej dynamiki manipulatora. Sterowanie z kompensacją interakcji dynamicznych. Oddziaływania siłowe robota ze środowiskiem: Sterowanie podatnością. Sterowanie siłą z wewnętrzną pętlą położeniową. Sterowanie siłą z wewnętrzną pętlą prędkościową. Hybrydowe sterowanie siłą i położeniem. Sterowanie impedancyjne.



4. Definicja ograniczeń na prędkości (ograniczeń nieholonomicznych) ruchu robota kołowego na płaszczyźnie w postaci Pfaffa.

- i. opis ograniczeń nieholonomicznych dla robota dwukołowego z napędem różnicowym,
- ii. opis ograniczeń nieholonomicznych dla robota typu samochód kinematyczny,
- iii. kinematyka prosta dla robota dwukołowego oraz robota typu samochód kinematyczny,
- iv. definicja przestrzeni zerowej dla ograniczeń na prędkości.

5. Budowa modelu dynamiki dla robota kołowego.

- i. - model dynamiki dla robota dwukołowego z napędem różnicowym,
- ii. - model dynamiki dla robota typu samochód kinematyczny.

6. Stabilizacja dla robota dwukołowego z napędem różnicowym w oparciu o model kinematyczny.

7. Analiza sił kontaktu robota mobilnego z napędem różnicowym z podłożem

- i. - modelowanie poślizgu dla robota dwukołowego z napędem różnicowym.

Ćwiczenia audytoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych zajęć, na których studenci rozwiązują rachunkowe zadania obejmujące treści przekazywane na wykładzie. Na ćwiczeniach szczegółowo rozpatruje się struktury kinematyczne robotów kołowych wraz z ograniczeniami na prędkości w ruchu poprzecznym i podłużnym robota. Ponadto na ćwiczeniach rozwiązuje się zadania modelowania dynamiki robotów manipulacyjnych oraz kołowych. Dla tych ostatnich budowane są modele we współrzędnych wewnętrznych i w przestrzeni zadania. Przedmiotem ćwiczeń są też algorytmy sterowania do punktu i odtwarzania trajektorii dla robotów manipulacyjnych.

Laboratorium:

Ćwiczenia laboratoryjne prowadzone w formie piętnastu 2-godzinnych zajęć w trakcie których studenci zapoznają się z systemami programowania robotów przemysłowych, realizują zadania związane z robotami mobilnymi oraz pomiarami. Cykl każdego trzech poprzedzony jest ich omówieniem. Ponadto zapoznają się z symulacyjnymi środowiskami, które wspomagają pracę inżyniera. Tematy ćwiczeń laboratoryjnych są następujące:

1. Podstawy obsługi i programowania manipulatora Fanuc LR Mate 200iD/7L.
2. Podstawy obsługi i programowania manipulatora Staubli TX60.
3. Programowanie robota Staubli TX60L - zadanie paletyzacji.
4. Podstawy obsługi i programowania manipulatora KUKA KR6.
5. Programowanie manipulatora KUKA KR6 - zadanie manipulacyjne.



6. Kinematyka i lokalizacja dwukołowego robota mobilnego.
7. System sterowania robotem mobilnym MiniTracker V3.
8. Rotacje 3D, transformacje jednorodne i kinematyka manipulatorów.
9. Budowanie lokalnej mapy otoczenia - skaner z czujnikiem podczerwieni.

Organizacja laboratorium obejmuje:

- i. szkolenie BHP,
- ii. szkolenie z obsługi robotów KUKA, Staubli,
- iii. wykonanie przez studenta wszystkich w/w ćwiczeń (grupa wykonująca ćwiczenie liczy dwie osoby),
- iv. dla osób, które z powodu nieobecności lub nieprzygotowania nie mogły wykonać ćwiczenia przewidziane są specjalne zajęcia na odrabianie.

Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja tradycyjna ilustrowana licznymi przykładami rozwiązywanymi na tablicy.
2. Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie zadań, studium przypadków.
3. Ćwiczenia laboratoryjne: omówienie ćwiczeń oraz wspólna realizacja zadań laboratoryjnych (jest to szczególnie istotne ponieważ roboty manipulacyjne są urządzeniami niebezpiecznymi i praca z nimi może być tylko pod kontrolą osoby prowadzącej zajęcia).

Literatura

Podstawowa

1. Wprowadzenie do robotyki. Mechanika i sterowanie, J.J. Craig, WNT Warszawa, 1993
2. Dynamika i sterowanie robotów, M.W. Spong, M. Vidyasagar, WNT, Warszawa 1997
3. Manipulatory i roboty mobilne. Modele, planowanie ruchu, sterowanie, K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba,
4. R. Hossa, R. Muszyński, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000
4. Modelowanie i sterowanie robotów, K. Kozłowski, P. Dutkiewicz, W. Wróblewski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003.
5. Zdanowicz: Podstawy robotyki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2012.
6. Szkodny, T: Podstawy robotyki. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2012.



7. Buratowski, T.: Podstawy robotyki. AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2006.

Uzupełniająca

1. Modeling and Control of Robot Manipulators, Sciavicco, B. Siciliano, Springer-Verlag, London, 2000
2. McKerrow, Ph. J.: Introduction to Robotics, Addison-Wesley 1991.
3. Jezierski, E.: Dynamika robotów. WNT, Warszawa, 2006
4. Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów, praca zbiorowa pod red. Adama Moreckiego i Józefa Knapczyka, WNT, Warszawa 1993,1999

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
łączy nakład pracy	150	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	75	2

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności