KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sterowanie robotów manipulacyjnych

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/semestr

1 / 1

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład	Laboratoria	Inne (np. online)
30	30	0
Ćwiczenia	**Projekty/seminaria**	
0	0	

Liczba punktów ECTS

4

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr. inż. Piotr Dutkiewicz

email: Piotr.Dutkiewicz@put.poznan.pl

tel. 61 6652368

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z podstaw robotyki (kinematyka manipulatora, kinematyka różniczkowa manipulatora, jakobian manipulatora, równania dynamiki, trajektoria) oraz z podstaw serwonapędu elektrycznego.

Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu układów liniowych (opis w przestrzeni stanu, sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym, sprzężenie wyprzedzające, linearyzacja) oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji.

Kompetencje Społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z robotyki w zakresie sterowania robotów manipulacyjnych a w szczególności z modelowania dynamiki robotów manipulacyjnych oraz syntezy i analizy układów sterowania tej klasy robotów.

2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych ze sterowaniem robotów manipulacyjnych z naciskiem na praktyczne wykorzystanie podanych algorytmów sterowania pod kątem ich implementacji.

3. Kształtowanie u studentów umiejętności doboru właściwej strategii sterowania na podstawie matematycznego modelu i eksperymentów symulacyjnych oraz prawidłowej oceny jakości działania zaproponowanego układu sterowania.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Student:

1. ma rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania nieliniowej dynamiki robotów manipulacyjnych oraz identyfikacji parametrów modelu, - [K2_W5]

2. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania manipulatorów, - [K2_W7]

3. ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych, - [K2_W9]

4. ma poszerzoną wiedzę w ramach wybranych obszarów robotyki, a w szczególności w ramach zagadnień związanych z wykorzystaniem robotów manipulacyjnych - [K2_W10]

Umiejętności

Student potrafi:

1. przeprowadzić symulację i analizę działania złożonego układu automatyki jakim jest robot manipulacyjny oraz zaplanować i przeprowadzić weryfikację symulacyjną i eksperymentalną, - [K2_U9]

2. wyznaczać modele matematyczne dynamiki manipulatora, a także wykorzystywać je do celów analizy i syntezy układu sterowania robota, - [K2_U10]

3. dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania systemów sterowania manipulatorów; będzie posiadał umiejętność doboru właściwej strategii sterowania, - [K2_U19]

4. krytycznie ocenić i dobrać odpowiednie metody i narzędzia do rozwiązania zadania z zakresu robotyki; będzie potrafił wykorzystać narzędzia szybkiego prototypowania do projektowania

niekonwencjonalnego systemu sterownia robota oraz odpowiednio do potrzeb sterownika będzie potrafił kształtować własności dynamiczne torów pomiarowych - [K2_U22]

Kompetencje społeczne
Student:

1. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować - [K2_K4]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się 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:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym, który składa się z 5 zadań problemowych, za które można uzyskać 25 punktów (po 5 punktów za zadanie) oraz testu wielokrotnego wyboru T składającego się z 11 pytań, za które można uzyskać 22 punkty - ocena końcowa ustalana jest na podstawie ważonego wyniku W=T+2*Z (ocena 3.0 wymaga uzyskania wyniku z egzaminu W=36 punktów). W uzasadnionych przypadkach (np. pracy zdalnej) egzamin przeprowadzanay jest w formie rozbudowanego testu - ocena pozytywna wymaga uzyskania minimum połowy z maksymalnej ilości punktów możliwych do zdobycia;

- ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników z egzaminu pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne);

- w przypadku wyróżniających się studentów (warunek konieczny: bardzo dobre oceny z laboratorium) wykazujących się dużą aktywnością na zajęciach przewiduje się możliwość zwolnienia z egzaminu.

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

- ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć laboratoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

- ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,
- ocenę funkcjonowania programów symulacyjnych przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych poprzez jedno kolokwium zaliczeniowe (ustne z laboratorium),
- ocenę i "obronę" przez studenta raportu z impolementacji zadania projektowego realizowanego na laboratorium

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Model matematyczny manipulatora i sposoby jego wyprowadzania:

- wyprowadzenie zależności na energię kinetyczną (tensor bezwładności ogniwa) i energię potencjalną ogniwa manipulatora,
- wyprowadzenie wzoru na całkowitą energię kinetyczną manipulatora (macierz mas manipulatora),
- wykorzystanie w/w zależności w równaniach Lagrange'a II rodzaju, w algorytmie rekurencyjnym Newtona-Eulera, w metodzie jakobianowej w konstrukcji równań dynamiki manipulatora,
- właściwość pasywności układu mechanicznego,
- modele tarcia.

2. Algorytmy niezależnego sterowania ogniwami manipulatora:

- modelowanie dynamiki układu mechanicznego ogniwa i dynamiki napędu w sterowaniu uproszczonym,
- proste regulatory (P, PD, PID), ich właściwości, dobór nastaw, praktyczna realizacja tachometrycznego sprzężenia zwrotnego,
- analiza stabilności i astatyzm względem sygnału zadanego i sygnału zakłócenia,
- algorytm sterowania metodą sprzężenia w przód z kompensacją grawitacji (PID+FF+G),
- sterowanie ślizgowe.

3. Algorytmy sterowania scentralizowanego:

- sterowanie z odprzężeniem grawitacyjnym,
- sterowanie z dynamiką odwrotną,

- algorytmy adaptacyjne dla manipulatora,
- algorytmy sterowania odpornego manipulatora.

4. Zagadnienia modelowania napędu elektrycznego wykorzystującego silniki synchroniczne.

5. Algorytmy sterowania siłą i sterowanie hybrydowe pozycja/ siła.

Szczegółowo wyprowadzony jest model dynamiki manipulatora planarnego wszystkimi poznanymi metodami. Model tan stanowi studium przypadku dla wszystkich algorytmów sterowania. Na początku dokonywana jest analiza i synteza uproszczonego układu sterowania niezależnego złącza manipulatora (ogniwo wraz z dynamiką siłownika i przekładni). Synteza układu regulacji uwzględnia zagadnienia stabilności i kryteria jakościowe regulacji oraz właściwości jakie musi wykazywać manipulator w trakcie wykonywania ruchu. Następnie wykładowca projektuje układy sterowania scentralizowanego a w tym sterowanie z dynamiką odwrotną, sterowanie adaptacyjne, sterowanie odporne itd.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 2-godzinną sesją instruktażową na początku semestru. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Laboratorium składa się z bloków ćwiczeniowych. Ostateczny sposób organizacji i tryb zaliczenia laboratorium ustala prowadzący zajęcia i podaje studentom do wiadomości na pierwszym spotkaniu.

Przykładowa organizacja laboratorium:

B1 - blok ćwiczeń wprowadzających

C1. Model manipulatora PM2R. Zadanie proste i odwrotne dynamiki. Generator sygnałów referencyjnych.

C2. Niezależne sterowanie osiami manipulatora - synteza obwodów regulacji o dwóch stopniach swobody.

C3. Realizacja sygnału sterującego poprzez modulację MSI. Pomiar pozycji i estymacja prędkości napędu.

Wymuszenie prądowe (momentowe) i napięciowe.

C4. Sterowanie manipulatorem z linearyzacją sprzężeniem zwrotnym. Wrażliwość metody na niepewność modelu.

B2 -blok zadań problemowych (sprzętowych/symulacyjnych)

Z1. Uniwersalny program służący do symbolicznego wyprowadzenia dynamiki zadanego manipulatora (struktura wysięgnikowa - co najmniej trzy stopnie swobody z modelowanym obciążeniem dynamicznym) - obliczenia symboliczne - Matlab.

Z2. Implementacja sterowania PID+FF z korekcją efektu wind-up - manipulator PM1R A.

Z3. Implementacja sterowania odpornego z regulatorem ROOS - manipulator PM2R D.

Z4. Implementacja sterowania ślizgowego - manipulator PM1R B.

Z5. Implementacja sterowania PD+FF+G - manipulator PM1R C.

Z6. Implementacja sterowania adaptacyjnego Slotine-Li dla jednego stopnia swobody - robot portalowy 3DCrane / zadany manipulator przestrzenny Matlab-Simulink.

Z7. Jakość sterowania z regulatorem odpornym ROOS dla dwóch ograniczonych dziedzin przestrzeni sterowań: hiperkuli i hiperprostopadłościanu - zadany manipulator przestrzenny Matlab-Simulink.

Z8. Sterowanie ślizgowe dla systemu SISO/MIMO. Odporność regulatorów ślizgowych - zadany manipulator przestrzenny Matlab-Simulink.

Z9. Regulator adaptacyjny Slotine-Li dla modelu manipulatora PM2R - Matlab-Simulink.

Wszystkie grupy realizują ćwiczenia bloku B1 oraz ćwiczenie Z1 z bloku B2 w połączeniu z ćwiczeniem C4. Następnie każda grupa wybiera i realizuje jedno ćwiczenie sprzętowe bloku B2 (zadania Z2 do Z5) lub co najmniej dwa ćwiczenia symulacyjne bloku B2 (zadania Z6 do Z9).

Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, prezentacje multimedialne

2. ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie eksperymentów symulacyjnych i sprzętowych, dyskusja, praca w zespole dwuosobowym, pokaz multimedialny, demonstracja działania systemu sterowania manipulatorem i jego układów pomiarowych, rozwiązywanie praktycznych problemów przez zespoły

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, 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

Uzupełniająca

1. Modeling and Control of Robot Manipulators, Sciavicco, B. Siciliano, Springer-Verlag, London, 2000

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,5
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do kolokwiów/egzaminu, wykonanie projektu)[1]	40	1,5

[1]niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności