



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Układy sterowania optymalnego

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3 / 5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

30

Inne (np. online)

-0

Ćwiczenia

-

Projekty/seminaria

-

Liczba punktów ECTS

3

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Sławomir Stępień

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: Sławomir.Stepien@put.poznan.pl

tel. 61 665 23 64

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul.Piotrowo 3a, 60-965 Poznań

Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z matematyki obejmującą algebrę, analizę, w tym metody wariacyjne oraz wiedzę niezbędną do opisu systemów dynamicznych i analizy stabilności systemów dynamicznych. Umiejętność modelowania układów automatyki i manipulatorów. Programowanie przy użyciu języków wysokiego poziomu C++, Java, oraz skryptowych Python, Matlab itp.

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien umieć zastosować posiadaną wiedzę do rozwiązywanych problemów sterowania.

Umiejętność pracy w zespole. Wymiana uzyskanej wiedzy i doświadczenia.



Cel przedmiotu

1. Znajomość metod optymalizacji dynamicznej bez i z ograniczeniami
2. Umiejętność opracowania strategii sterowania optymalnego liniowo-kwadratowego LQR
3. Umiejętność opracowania strategii sterowania czasoptymalnego i z minimalną energią
4. Umiejętność opracowania strategii sterowania suboptymalnego SDRE
5. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej poprzez realizację elementów projektu i połączenie ich w całość

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Wiedza w zakresie matematyki do opisu i analizy własności systemów dynamicznych, opisu algorytmów sterowania i analizy stabilności systemów dynamicznych. Wiedza z zakresu teorii liniowych systemów dynamicznych, w tym wybranych metod modelowania i teorii stabilności; zna i rozumie podstawowe własności liniowych i nieliniowych elementów dynamicznych w dziedzinie czasu i częstotliwości. Podstawowe kryteria syntezy i metody strojenia regulatorów optymalnych, narzędzia i techniki automatycznego doboru nastaw regulatorów.

Umiejętności

Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do projektowania systemów automatyki i robotyki oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia; Potrafi zaprojektować, oraz przetestować prosty układ regulacji optymalnej i suboptymalnej

Kompetencje społeczne

Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doszkalania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych. Posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych i skrupulatnego zapoznania się z podejmowaną problematyką. Rozumie potrzebę i możliwość dalszego przekazywania pozyskanej wiedzy i umiejętności

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena podsumowująca w zakresie wykładów dotyczy weryfikacji założonych efektów kształcenia, tzn. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym o charakterze problemowym.

W zakresie ćwiczeń laboratoryjnych, weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne, sprawozdania), ponadto poprzez ocenę nabytej wiedzy i umiejętności poprzez jeden lub dwa sprawdziany w semestrze.

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Modelowanie i opis systemów dynamicznych w przestrzeni stanów.



- przestrzeń stanu i zmienne stanu
 - model układu dynamicznego liniowego oraz nieliniowego
 - rozwiązanie analityczne i numeryczne równania stanu układu liniowego
2. Przypomnienie i rozwinięcie rachunku wariacyjnego:
 - równania Eulera-Lagrange'a
 - warunki konieczne i dostateczne rozwiązania
 - wskaźniki całkowite
 3. Optymalizacja dynamiczna
 - ograniczenia różniczkowe i całkowite
 - metoda mnożników Lagrange'a
 4. Sterowalność i osiągalność układów dynamicznych
 5. Sterowanie optymalne liniowych układów dynamicznych
 - zasada maksimum Pontriagina
 - rachunek Hamiltona-Jacobiego-Bellmana
 - sterowanie optymalne ze skończonym i nieskończonym horyzontem czasowym
 6. Zastosowanie zasady maksimum Pontriagina do sterowania czasoptymalnego.
 7. Sterowanie optymalne z minimalną energią.
 8. Metody sterowania suboptymalnego dla układów nieliniowych. Metoda SDRE.
 9. Analiza i własności poznanych metod sterowania pod względem możliwości implementacji i zastosowań przemysłowych.

Ćwiczenia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych spotkań. Do każdego spotkania obowiązuje przygotowanie z jednego tematu. Podczas zajęć studenci rozwiązują otrzymane zadania przy użyciu komputerów we wskazanym środowisku wirtualnym z zakresu materiału przedstawionego na wykładach.

Program zajęć obejmuje:

1. Modelowanie i opis systemów dynamicznych w przestrzeni stanów.
2. Sterowalność układów liniowych i nieliniowych.
3. Sterowanie optymalne z ograniczeniami na dynamikę systemu liniowego.



4. Regulacja LQR ze skończonym i nieskończonym horyzontem czasowym.
5. Modelowanie układów nieliniowych. Parametryzacja SDC tych modeli.
6. Regulacja SDRE ze skończonym i nieskończonym horyzontem czasowym.
7. Analiza własności poznanych metod pod względem możliwości implementacji i zastosowań praktycznych.

Metody dydaktyczne

Metody dydaktyczne:

1. wykład: wykład multimedialny z przykładami wspomagany wyjaśnieniami na tablicy
2. laboratoria: implementacja numeryczna i analiza zadań, dyskusja

Literatura

Podstawowa

1. Daniel Liberzon, Calculus of variations and optimal control theory, Princeton University Press, 2012
2. M. Athans i P. Falb, Optimal Control: An Introduction to the Theory and its Applications, Dover Publications, Inc., New York, 2007.

Uzupełniająca

1. R. Bellman, Dynamic programming, Dover Publications, Incorporated, 2003

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	70	3,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) ¹	25	1,0

¹niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności