



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Układy sterowania optymalnego [N1AiR1>PO4-USO]

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obieralny

Liczba godzin

Wykład

8

Laboratorium

18

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

3,00

Koordynatorzy

dr hab. inż. Sławomir Stępień prof. PP
slawomir.stepien@put.poznan.pl

Wykładowcy

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 rozwiązywania 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 przeanalizować prosty układ regulacji optymalnej i suboptymalnej

Kompetencje społeczne

Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania 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 ciągle, 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 | 76 | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem | 26 | 1,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 50 | 2,00 |