



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sterowanie adaptacyjne

Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1 / 1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

4

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:
dr hab. inż. Maciej Marcin Michałek, prof. PP

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: maciej.michalek@put.poznan.pl

tel. 665-2848

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

ul. Piotrowo 3A, Poznań

Wymagania wstępne

Student rozpoczynający przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu statystyki matematycznej oraz z teorii sterowania i systemów (opis systemów w przestrzeni stanu, opis wejściowo-wyjściowy dla ciągłej i dyskretnej dziedziny czasu, analiza stabilności metodą Lapunowa, linearyzacja i aproksymacja liniowa modeli systemów). Poza tym powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu projektowania układów regulacji automatycznej dla systemów liniowych, umiejętność implementacji programów w języku Matlab oraz w języku C, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł, a także powinien być gotowym do podjęcia współpracy w ramach zespołu.



Rozszerzenie zakresu wiedzy studentów na temat konstruowania i weryfikacji modeli matematycznych obiektów statycznych i procesów dynamicznych w oparciu o metody eksperymentalne (tworzenie modeli na podstawie danych pomiarowych); zapoznanie studentów z wybranymi technikami identyfikacji systemów oraz kształtowanie umiejętności ich implementacji i praktycznego wykorzystania; prezentacja, analiza i objaśnienie wybranych technik i algorytmów sterowania adaptacyjnego stosowanych w układach automatyki; kształtowanie umiejętności praktycznej implementacji podstawowych systemów adaptacyjnych oraz kształtowanie umiejętności pracy w małym zespole.

Cel przedmiotu

Rozszerzenie zakresu wiedzy studentów na temat konstruowania i weryfikacji modeli matematycznych obiektów statycznych i procesów dynamicznych w oparciu o metody eksperymentalne (tworzenie modeli na podstawie danych pomiarowych); zapoznanie studentów z wybranymi technikami identyfikacji systemów oraz kształtowanie umiejętności ich implementacji i praktycznego wykorzystania; prezentacja, analiza i objaśnienie wybranych technik i algorytmów sterowania adaptacyjnego stosowanych w układach automatyki; kształtowanie umiejętności praktycznej implementacji podstawowych systemów adaptacyjnych oraz kształtowanie umiejętności pracy w małym zespole.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. Pogłębiona wiedza z zakresu wybranych technik obliczeniowych i metod matematycznych niezbędna do rozwiązania specjalizowanych zadań z zakresu identyfikacji systemów. [K2_W1]
2. Znajomość podstawowych struktur modeli systemów dynamicznych do celów identyfikacji w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu; rozszerzona wiedza z zakresu metod identyfikacji statycznych i dynamicznych systemów liniowych i nieliniowych dla modeli zdefiniowanych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu. [K2_W5]
3. Teoretyczna i użytkowa wiedza z zakresu wybranych technik i algorytmów sterowania adaptacyjnego dla liniowych i nieliniowych systemów dynamicznych; znajomość warunków stosowalności technik sterowania adaptacyjnego. [K2_W9]
4. Podstawowa wiedza na temat obwodów nadzoru i zabezpieczeń w systemach adaptacyjnych; znajomość przykładowych komercyjnych systemów wykorzystujących techniki adaptacyjne. [K2_W9]
5. Świadomość konieczności stosowania obwodów nadzoru i zabezpieczeń w systemach adaptacyjnych; znajomość praktycznych przykładów zastosowania systemów adaptacyjnych oraz znajomość przykładowych komercyjnych systemów wykorzystujących techniki adaptacyjne. [K_W9]

Umiejętności

1. Przeprowadzanie procedury identyfikacji z wykorzystaniem danych syntetycznych lub z wykorzystaniem danych eksperymentalnych pochodzących z obiektu fizycznego. [K2_U15]
2. Wyznaczanie i walidacja empirycznych modeli systemów jedno-wyjściowych (SISO/MISO) oraz umiejętność ich wykorzystania do projektowania systemów sterowania. [K2_U10]



3. Dobór odpowiednich metod i narzędzi do rozwiązania konkretnych zadań z zakresu identyfikacji systemów i sterowania adaptacyjnego. [K2_U22]
4. Implementacja wybranych typów algorytmów sterowania adaptacyjnego oraz ich uruchomienie w środowisku symulacyjnym, a także w środowisku szybkiego prototypowania (z użyciem rzeczywistych obiektów fizycznych). [K2_U9]
5. Przygotowanie i prezentacja wyników prac laboratoryjnych. [K2_U8]

Kompetencje społeczne

1. Umiejętność pracy w zespole w duchu odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. [K2_K3]
2. Świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych. [K2_K4]

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

- A) W zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę wiedzy studenta wykazaną podczas zaliczenia treści wykładowych w formie testu wyboru; test zawiera 30 pytań - każde z czterema odpowiedziami A, B, C, D, z których dwa są poprawne a dwa fałszywe; wybór przez studenta obu poprawnych odpowiedzi daje 1 punkt za dane pytanie; wybór jednej odpowiedzi poprawnej i pozostawienie drugiej odpowiedzi niewskazanej daje 0.5 punktu za dane pytanie; wybór odpowiedzi jednej poprawnej i jednej fałszywej skutkuje brakiem punktu za dane pytanie (pozostałe możliwości wyboru lub ich brak także skutkują brakiem punktu za dane pytanie); ocena dostateczna z testu zaliczeniowego wymaga zdobycia co najmniej 15,5 punktów; wynik testu determinuje ocenę OW braną pod uwagę podczas obliczania oceny końcowej OK, która wynika ze wzoru: $OK = OW \cdot 0.7 + OL \cdot 0.3$, gdzie OL stanowi ocenę uzyskaną z zajęć laboratoryjnych ($OK < 3.0$ skutkuje oceną negatywną).
- B) W zakresie zajęć laboratoryjnych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę i 'obronę' przez zespół studencki końcowego raportu z realizacji zadania; sprawdzeniu i ocenie podlegają: jakość uzyskanych wyników, treść i jakość raportu końcowego oraz odpowiedzi na pytania merytoryczne związane z wykonanym zadaniem.

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

- definicja modelu, rodzaje modeli, identyfikacja jako alternatywne podejście do tworzenia modelu, pragmatyka modelowania, schemat procedury identyfikacji, błędy modelowania, cechy modeli eksperymentalnych,
- struktury modeli statycznych, struktury modeli wejściowo-wyjściowych w ciągłej i dyskretnej dziedzinie czasu; liniowość struktur modeli ze względu na parametry; linearyzacja modeli ze względu na parametry,
- prognozowanie odpowiedzi systemu: optymalny predyktor jednokrokowy a model symulowany,



- nieparametryczne metody identyfikacji (metody odpowiedzi czasowej, analiza korelacyjna i analiza widmowa),
- cechy i ogólne schematy identyfikacji modeli czasu ciągłego i dyskretnego,
- błąd równania a błąd wyjściowy, wybrane stochastyczne metody identyfikacji wsadowej: metoda najmniejszych kwadratów błędów równania (LS), ważona metoda WLS, metoda zmiennych instrumentalnych (IV); własności statystyczne wybranych metod identyfikacji,
- wybrane stochastyczne metody identyfikacji rekurencyjnej: RLS, RELS (rozszerzona metoda RLS), RIV, metody konstrukcji zmiennych instrumentalnych, wybrane zagadnienia dotyczące implementacji metod rekurencyjnych,
- adaptacyjna identyfikacja rekurencyjna systemów o zmiennych parametrach (współczynnik zapomnienia, resetowanie macierzy kowariancji),
- projektowanie eksperymentu identyfikacyjnego (planowanie eksperymentu, wstępne przetwarzanie danych pomiarowych, metoda filtracji SVF dla modeli ciągłej dziedziny czasu, dobór okresu próbkowania, wybór i kształtowanie sygnałów pobudzających, rząd ustawicznego pobudzenia);
- problem identyfikacji w układzie sterowania ze sprzężeniem zwrotnym,
- ocena jakości modeli (elastyczność i oszczędność) oraz testowanie modeli, wybrane metody redukcji modeli, ostateczny wybór modelu,
- adaptacja i sterowania adaptacyjne, cele sterowania adaptacyjnego, cechy idealnego i rzeczywistego układu sterowania adaptacyjnego, ogólny schemat sterowania adaptacyjnego, uwagi na temat stosowalności systemów adaptacyjnych, schemat decyzyjny zastosowania systemu sterowania adaptacyjnego,
- zastosowanie identyfikacji w zagadnieniach sterowania adaptacyjnego i strojenia regulatorów,
- podstawowe techniki adaptacyjne: MIAC-STR (sterowanie z identyfikacją modelu i samostrojeniem), MMAC (sterowanie z przełączanymi wieloma modelami), AT (autostrojenie), MRAC (sterowanie z modelem referencyjnym), P/GS (sterowanie z szeregowaniem parametrów/wzmocnienia), ADRC (sterowanie z aktywnym/adaptacyjnym odrzucaniem zaburzenia),
- wybrane zagadnienia praktycznej implementacji adaptacyjnych układów sterowania (układy nadzoru i zabezpieczeń),
- przykłady komercyjnych systemów sterowania adaptacyjnego.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium podzielony jest na dwie części. W części pierwszej wszystkie zespoły realizują ten sam zestaw 4 ćwiczeń symulacyjnych w następującej tematyce:



- analiza sygnałów deterministycznych i losowych w dziedzinie czasu i częstotliwości (stacjonarny proces losowy i jego wartość oczekiwana oraz wariancja, szum biały i kolorowy, funkcja korelacji własnej i wzajemnej sygnałów, periodogram i gęstość widmowa mocy sygnału),
- nieparametryczna identyfikacja systemów SISO (aproksymacja modeli na podstawie odpowiedzi czasowej, analiza korelacyjna, analiza widmowa),
- wsadowe metody identyfikacji parametrycznej dla obiektów statycznych i dynamicznych (metoda najmniejszych kwadratów LS i metoda zmiennych instrumentalnych IV),
- rekurencyjne metody identyfikacji parametrycznej (metody RLS i RIV, identyfikacja adaptacyjna - współczynnik zapominania i resetowanie macierzy kowariancji).

W części drugiej każdy zespół studencki wybiera i realizuje jedno spośród zestawu 8 zadań o charakterze programistyczno-obliczeniowym połączone z wykonaniem eksperymentów na obiektach fizycznych (PMxR, ZB2, HILSys, TRAS, 3DCrane, PME1R) w układzie szybkiego prototypowania (Code Composer Studio, VisSim, Matlab-Simulink Real Time Workshop). Tematyka zadań obejmuje zagadnienia implementacji wybranych systemów sterowania adaptacyjnego.

Metody dydaktyczne

A) Wykłady: prezentacja multimedialna (slajdy) dodatkowo ilustrowana przykładami podawanymi i analizowanymi na tablicy.

B) Ćwiczenia laboratoryjne: wykonywanie zadań programistyczno-obliczeniowych, symulacyjnych oraz zadań szybkiego prototypowania układów sterowania w tematyce podanej przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

Literatura

Podstawowa

[1] Identyfikacja systemów, T. Soderstrom, P. Stoica, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1997

[2] Adaptive control. Second Edition, K. J. Astrom, B. Wittenmark, Addison Wesley, 1995

Uzupełniająca

[3] Adaptive control tutorial, P. Ioannou, B. Fidan, SIAM, Philadelphia 2006

[4] Adaptive control. Algorithms, analysis and applications. Second Edition, I. D. Landau, R. Lozano, M. M'Saad, A. Karimi, Springer, London, 2011

[5] Robust and adaptive control. With aerospace applications, E. Lavretsky, K. A. Wise, Springer, London 2012

[6] Advanced PID control, K. J. Astrom, T. Hagglund, ISA, 2006

[7] Multivariable system identification for process control, Y. Zhu, Pergamon Elsevier Science, 2001



[8] Identyfikacja obiektów sterowania. Metody dyskretne, A. Królikowski, D. Horla, WPP, Poznań, 2005

[9] Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Od teorii do zastosowań, T. P. Zieliński, WKŁ, Warszawa, 2007

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, testowanie programów poza zajęciami, przygotowanie raportu końcowego z drugiej części ćwiczeń laboratoryjnych, przygotowanie do zaliczenia laboratorium, przygotowanie do zaliczenia wykładu i udział w teście zaliczeniowym) ¹	40	1,5

¹niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności