

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Sterowanie adaptacyjne		Kod 1010532111010559181
Kierunek studiów Automatyka i robotyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 1 / 1
Ścieżka obieralności/specjalność Smart aerospace and autonomous systems	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: II stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: - Laboratoria: 30 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 4
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) kierunkowy z danego kierunku		
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 4 100% 4 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:		
dr hab. inż. Maciej Michalek email: maciej.michalek@put.poznan.pl tel. 61 6652848 Wydział Informatyki ul.Piotrowo 3, 60-965 Poznań		mgr inż. Wojciech Adamski email: wojciech.adamski@put.poznan.pl tel. 61 6652846 Wydział Informatyki ul.Piotrowo 3, 60965 Poznań
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu statystyki matematycznej oraz z zakresu teorii sterowania i systemów (opis systemów w przestrzeni stanu, opis wejściowo-wyjściowy dla ciągłej i dyskretnej dziedziny czasu, analiza stabilności metodą Lapunowa, linearyzacja modeli systemów, pojęcie sterowania optymalnego).
2	Umiejętności:	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 (programowanie niskopoziomowe), a także umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.
3	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. rozszerzenie zakresu wiedzy studentów na temat konstruowania i wykorzystania modeli matematycznych obiektów i procesów fizycznych w oparciu o metody eksperymentalne (tworzenie modeli na podstawie danych pomiarowych); zapoznanie studentów z wybranymi technikami identyfikacji parametrycznej (ze szczególnym uwzględnieniem metod rekurencyjnych) oraz kształtowanie umiejętności ich implementacji i praktycznego wykorzystania z użyciem danych syntetycznych oraz rzeczywistych danych pomiarowych;		
2. prezentacja i objaśnienie wybranych technik sterowania adaptacyjnego wraz z przykładami ich wykorzystania w układach automatyki i robotyki;		
3. kształtowanie umiejętności praktycznej implementacji prostych algorytmów sterowania adaptacyjnego w środowisku symulacyjnym;		
4. kształtowanie umiejętności pracy w małym zespole;		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		

<p>1. ma ma rozszerzoną wiedzę z zakresu parametrycznych wsadowych i rekurencyjnych metod identyfikacji statycznych i dynamicznych systemów liniowych i nieliniowych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu; zna wybrane struktury modeli systemów dynamicznych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu; - [K_W5]</p> <p>2. ma wiedzę na temat wybranych struktur modeli, podstawowych metod walidacji modeli, a także podstawowe problemy i ich rozwiązania w zakresie praktycznego zastosowania metod identyfikacji (również w układach ze sprzężeniem zwrotnym); - [K_W5]</p> <p>3. zna sposoby wykorzystania modeli empirycznych w zagadnieniach sterowania adaptacyjnego; ma podstawową wiedzę na temat technik rekursywnej identyfikacji dla obiektów o zmiennych parametrach; - [K_W5]</p> <p>4. zna i rozumie takie pojęcia jak adaptacja i sterowania adaptacyjne; - [K_W7, K_W9]</p> <p>5. zna cele sterowania adaptacyjnego oraz cechy idealnego i rzeczywistego układu sterowania adaptacyjnego; zna schemat decyzyjny zastosowania sterowania adaptacyjnego; - [K_W7, K_W9]</p> <p>6. ma podstawową teoretyczną i użytkową wiedzę z zakresu wybranych technik i metod sterowania adaptacyjnego: z identyfikacją modelu (MIAC, MMAC), z modelem referencyjnym (MRAC), w wykorzystaniu techniki Lapunowa (LbAC), z szeregowaniem parametrów (G/PS), sterowanie z aktywną/adaptacyjną kompensacją wypadkowego zaburzenia (ADRC); - [K_W7, K_W9]</p> <p>7. ma świadomość konieczności stosowania obwodów nadzoru i zabezpieczeń w praktycznych systemach adaptacyjnych; - [K_W7, K_W9]</p>
<p>Umiejętności:</p> <p>1. konstrukcja i walidacja prostych modeli empirycznych dla systemów SISO i ich praktyczne wykorzystanie w systemach sterowania adaptacyjnego; - [K_U10]</p> <p>2. umiejętność doboru właściwego algorytmu sterowania adaptacyjnego, jego implementacja i uruchomienie w środowisku symulacyjnym; - [K_U9, K_U22]</p> <p>3. krytycznej wielokryterialnej oceny jakości sterowania adaptacyjnego dla wybranych metod sterowania adaptacyjnego; - [K_U19]</p> <p>4. przygotowanie i prezentacja wyników uzyskanych podczas ćwiczeń laboratoryjnych - [K_U8]</p>
<p>Kompetencje społeczne:</p> <p>1. ma umiejętność pracy w zespole w duchu odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania - [K_K3]</p> <p>2. ma świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych - [K_K4]</p>

<p>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</p>
<p>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 właściwe a dwa fałszywe; wybór przez studenta obu właściwych odpowiedzi daje 1 punkt za dane pytanie; wybór jednej odpowiedzi właściwej i pozostawienie drugiej odpowiedzi niewskazanej daje 0.5 punktu za dane pytanie; wybór odpowiedzi jednej właściwej 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:</p> $OK = OW \cdot 0.7 + OL \cdot 0.3,$ <p>gdzie OL stanowi ocenę uzyskaną z zajęć laboratoryjnych ($OK < 3.0$ skutkuje oceną negatywną);</p> <p>b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę i obronę przez zespół studencki wyników zadań realizowanych podczas ćwiczeń laboratoryjnych (ocena dotyczy jakości technicznej uzyskanych wyników, szczegółów implementacyjnych, a także odpowiedzi na szczegółowe pytania dotyczące merytorycznych zagadnień poruszanych podczas zajęć laboratoryjnych);</p>
<p>Treści programowe</p>
<p>Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> wprowadzenie do zagadnienia identyfikacji i wybrane techniki identyfikacji parametrycznej: definicja modelu, rodzaje modeli, identyfikacja jako alternatywne podejście do tworzenia modelu, pragmatyka modelowania, cechy modeli eksperymentalnych; struktury liniowych i nieliniowych modeli statycznych, struktury modeli wejściowo-wyjściowych w ciągłej i dyskretniej dziedzinie czasu; liniowość struktur modeli ze względu na parametry, linearyzacja modeli ze względu na parametry; prognozowanie odpowiedzi systemu (optymalny predyktor jednokrokowy a model symulowany); cechy i ogólne schematy identyfikacji modeli czasu ciągłego (metoda SVF) i dyskretnego; wybrane stochastyczne metody identyfikacji: metoda najmniejszych kwadratów (LS i RLS), rozszerzona metoda najmniejszych kwadratów (RELS), wybrane zagadnienia dotyczące implementacji rekurencyjnych metod identyfikacji; adaptacyjna identyfikacja rekurencyjna systemów o zmiennych parametrach (współczynnik zapomnienia, resetowanie macierzy kowariancji); wybrane zagadnienia praktyczne dotyczące identyfikacji (metoda filtracji SVF dla modeli ciągłej dziedziny czasu, dobór okresu próbkowania, rząd ustawicznego pobudzenia sygnałów, problem identyfikacji w układzie sterowania ze sprzężeniem zwrotnym); wprowadzenie do zagadnienia sterowania adaptacyjnego: pojęcia adaptacji i sterowania adaptacyjnego, cele sterowania adaptacyjnego, cechy idealnego i rzeczywistego układu sterowania adaptacyjnego, ogólny schemat sterowania adaptacyjnego, uwagi na temat stosowalności systemów adaptacyjnych, schemat decyzyjny zastosowania sterowania adaptacyjnego; sterowanie adaptacyjne z identyfikacją modelu i samostrojeniem (MIAC-STR: Model Identification Adaptive Control-Self-Tuning Regulator) w oparciu o zasadę równoważności;

4. sterowanie adaptacyjne z wieloma przełączanymi modelami (MMAC: Multi Model Adaptive Control);
5. sterowanie adaptacyjne z modelem referencyjnym (MRAC: Model Reference Adaptive Control) w podejściu bezpośrednim z gradientową regułą adaptacji (zasada MIT);
6. sterowanie adaptacyjne z szeregowaniem parametrów (G/PS: Gain/Parameter Scheduling);
7. schematy sterowania adaptacyjnego wynikające z zastosowania analizy stabilności metodą Lapunowa;
8. sterowanie z aktywnym/adaptacyjnym odrzucaniem całkowitego zakłócenia (ADRC: Active/Adaptive Disturbance Rejection Control);
9. wybrane zagadnienia praktycznej implementacji adaptacyjnych układów sterowania (układy nadzoru);
10. przykłady wykorzystania wybranych technik adaptacyjnych w zagadnieniach praktycznych.

Podczas wykładów wykorzystywane są prezentacje multimedialne zawierające przykładowe wyniki symulacyjne, a także prezentowane są wybrane wyprowadzenia na tablicy.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program laboratorium obejmuje następujące zagadnienia (ćwiczenia symulacyjne w środowisku Matlab-Simulink):

- proste metody identyfikacji deterministycznej w dziedzinie czasu dla systemów SISO;
- wsadowa identyfikacja parametryczna metodą najmniejszych kwadratów (LS);
- rekurencyjna identyfikacja parametryczna metodą najmniejszych kwadratów (RLS) w wersji dla stałych i zmiennych w czasie parametrów obiektu;
- sterowanie adaptacyjne w schemacie MIAC-STR z syntezą regulatora wynikającą z lokowania biegunów;
- sterowanie adaptacyjne w schemacie MRAC;
- sterowanie adaptacyjne w schemacie ADRC.

Literatura podstawowa:

1. Robust and adaptive control with aerospace applications, E. Lavretsky, K. A. Wise, Springer-Verlag, London, 2013
2. Adaptive Control. Second Edition, K. J. Aström, B. Wittenmark, Addison Wesley, 1995
3. System identification, T. Söderström, P. Stoica, Prentice Hall International, Cambridge, 1989, (Identyfikacja systemów, T. Söderström, P. Stoica, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1997)

Literatura uzupełniająca:

1. Adaptive control. Algorithms, analysis and applications, Second Ed., I. D. Landau, R. Lozano, M. MSaad, A. Karimi, Springer, Londyn, 2011
2. Stable adaptive systems, K. S. Narendra, A. M. Annaswamy, Dover Publications, Nowy York, 2005
3. Robust adaptive control, P. Ioannou, J. Sun, Dover Publications, New York, 2012
4. Adaptive Control Tutorial, P. Ioannou, B. Fidan, Advances in Design and Control, SIAM, Philadelphia 2006
5. System Identification. Theory for the User. Second Edition, L. Ljung, PTR Prentice Hall, New Jersey, 1999

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

Czynność	Czas (godz.)
1. udział w zajęciach laboratoryjnych	30
2. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15
3. udział w konsultacjach (mogą być realizowane drogą elektroniczną) związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych	1 8
4. testowanie algorytmów sterowania (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	30
5. udział w wykładach	10
6. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.)	20
7. przygotowanie do wykładów i do końcowego kolokwium zaliczeniowego	2
8. udział w kolokwium zaliczeniowym	

Obciążenie pracą studenta

forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	116	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	63	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	38	1