

System Modelling and Identification - course description

General information	
Course name	System Modelling and Identification
Course ID	11.9-WE-AiRD-Mil
Faculty	Faculty of Computer Science, Electrical Engineering and Automatics
Field of study	Automatic Control and Robotics / Computer Control Systems
Education profile	academic
Level of studies	Second-cycle studies leading to MSc degree
Beginning semester	winter term 2019/2020

Course information	
Semester	1
ECTS credits to win	5
Course type	obligatory
Teaching language	polish
Author of syllabus	dr hab. inż. Andrzej Janczak, prof. UZ

Classes forms					
The class form	Hours per semester (full-time)	Hours per week (full-time)	Hours per semester (part-time)	Hours per week (part-time)	Form of assignment
Lecture	30	2	18	1,2	Exam
Laboratory	30	2	18	1,2	Credit with grade

Aim of the course

Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami konstruowania modeli na podstawie wiedzy strukturalnej i pomiarów

Ukształtowanie podstawowych umiejętności w zakresie stosowania nieparametrycznych metod identyfikacji

Ukształtowanie podstawowych umiejętności w zakresie stosowania parametrycznych metod identyfikacji

Prerequisites

Sygnały i systemy dynamiczne

Scope

Wprowadzenie. Obiekty i modele, zastosowania modeli. Identyfikacja systemów i modelowanie matematyczne. Równoważność modeli, kryteria równoważności modeli. Estymacja parametrów. Definicje błędu identyfikacji. Konstruowanie modeli na podstawie wiedzy strukturalnej i pomiarów. Algorytm identyfikacji systemu.

Nieparametryczne metody identyfikacji. Analiza przebiegów przejściowych. Metody częstotliwościowe. Metody korelacyjne. Analiza widmowa.

Metoda najmniejszych kwadratów. Statyczny model liniowy. Zadanie minimalizacji sumy kwadratów błędów. Rozwiązanie układu równań normalnych. Analiza estymatora metody najmniejszych kwadratów. Najlepszy liniowy estymator nieobciążony. Przedziały ufności ocen parametrów. Złożoność modeli. Triangularyzacja ortogonalna. Algorytm rekurencyjny metody najmniejszych kwadratów.

Modele systemów dynamicznych. Klasyfikacja modeli. Ogólna struktura modelu liniowego. Modele AR, MA, ARMA, FIR, ARX, ARMAX, OE, model Boxa-Jenkinsa. Modele systemów o wielu wejściach i wielu wyjściach. Modele nieliniowe. Modele Wienera i Hammersteina. Modele Volterra i Kolmogorova-Gabora. Modele w przestrzeni stanów. Wybór struktury modelu.

Sygnały wejściowe. Charakterystyki sygnałów deterministycznych. Charakterystyki sygnałów stochastycznych. Sygnały wejściowe stosowane w zadaniach identyfikacji. Warunek trwałego pobudzenia.

Metoda błędu predykcji. Symulacja i predykcja. Predyktory optymalne. Estymacja parametrów modelu ARX metodą najmniejszych kwadratów. Estymacja parametrów metodą błędu predykcji. Problem zgodności ocen parametrów. Metoda zmiennych instrumentalnych. Algorytm identyfikacji metodą zmiennych instrumentalnych. Wybór zmiennych instrumentalnych.

Rekurencyjne metody estymacji parametrów. Ogólna charakterystyka rekurencyjnych algorytmów identyfikacji. Rekurencyjna metoda najmniejszych kwadratów. Zapominanie wykładnicze. Rekurencyjna metoda zmiennych instrumentalnych. Rekurencyjna metoda błędu predykcji. Adaptacja parametrów regulatora samonastrajającego.

Identyfikacja systemów w układzie zamkniętym. Warunki identyfikowalności systemów objętych sprzężeniem zwrotnym. Metody bezpośrednie. Metody pośrednie. Wpływ sprzężenia zwrotnego na dokładność estymacji.

Identyfikacja systemów metodami podprzestrzeni. Modele systemu deterministycznego i systemu stochastycznego w przestrzeni stanów. Identyfikacja systemu deterministycznego. Identyfikacja systemu stochastycznego.

Teaching methods

wykład: wykład konwencjonalny

laboratorium: ćwiczenia laboratoryjne

Learning outcomes and methods of theirs verification

Outcome description	Outcome symbols	Methods of verification	The class form
Potrafi konstruować modele systemów, stosując analizę przebiegów przejściowych	• K_U08	• a quiz • activity during the classes	• Laboratory
Potrafi konstruować modele dynamicznych systemów liniowych, stosując metodę zmiennych instrumentalnych	• K_U08	• a quiz • activity during the classes	• Laboratory
Zna klasyfikację modeli systemów dynamicznych, ogólną strukturę modelu liniowego, modele AR, MA, ARMA, FIR, ARX, ARMAX, OE i model Boxa-Jenkinsa	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Zna zasady identyfikacji modeli statycznych i dynamicznych systemów liniowych metodą najmniejszych kwadratów	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Potrafi konstruować modele dynamicznych systemów liniowych, stosując metodę błędu predykcji	• K_U08	• a quiz • activity during the classes	• Laboratory
Zna zasady identyfikacji modeli dynamicznych systemów liniowych metodami rekurencyjnymi	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Potrafi konstruować modele systemów liniowych, stosując metodę najmniejszych kwadratów	• K_U08	• a quiz • activity during the classes	• Laboratory
Zna zasady identyfikacji modeli dynamicznych systemów liniowych metodą błędu predykcji	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Zna definicje zadania identyfikacji systemów, modelowania matematycznego i ogólny algorytm identyfikacji systemu	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture
Zna zasady identyfikacji modeli dynamicznych systemów liniowych metodami podprzestrzeni	• K_W03	• an exam - oral, descriptive, test and other	• Lecture

Assignment conditions

Wykład – warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu przeprowadzonego w formie pisemnej lub ustnej

Laboratorium – warunkiem zaliczenia jest uzyskanie pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych, przewidzianych do realizacji w ramach programu laboratorium

Na ocenę z przedmiotu składa się ocena z laboratorium (50%) i z egzaminu (50%). Warunkiem zaliczenia przedmiotu są pozytywne oceny z laboratorium i egzaminu.

Recommended reading

1. E. Bielinska, J. Figwer, J. Kasprzyk, T. Legierski, Z. Ogonowski, M. Pawełczyk, Identyfikacja procesów. Praca zbiorowa pod red. J. Kasprzyka. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002
2. K. Janiszowski, Identyfikacja modeli parametrycznych w przykładach. Wyd. EXIT, Warszawa, 2002
3. L. Ljung, System identification. Theory for the User. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999
4. O. Nelles, Nonlinear System Identification. From Classical Approaches to Neural Networks and Fuzzy models. Springer, New York, Berlin, Heidelberg, 2001
5. T. Söderström, P. Stoica, Identyfikacja systemów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1997

Further reading

1. M. Norgaard, O. Ravn, N.K. Poulsen, L.K. Hansen, Neural Networks for Modelling and Control of Dynamic Systems. Springer, London, 2000
2. P. van Overschee, B. de Moor, Subspace Identification for Linear Systems. Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht, 1996

Notes

Modified by dr hab. inż. Wojciech Paszke, prof. UZ (last modification: 29-04-2020 21:36)