



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów [N2AiR1-ISAiR>CPS]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

1/2

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne systemy automatyki i robotyki

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

10

Laboratorium

20

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr inż. Damian Cetnarowicz

damian.cetnarowicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z teorii sygnałów, przetwarzania informacji. Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność zastosowania algebry w algorytmach przetwarzania oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji i być gotowy do podjęcia współpracy w zespole. Kompetencje Społeczne: Ponadto powinien przejawiać takie cechy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawczą, kreatywność, kulturę osobistą, szacunek dla innych ludzi.

### Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom poszerzonej wiedzy dotyczącej cyfrowego przetwarzania sygnałów, w zakresie zastosowań w automatyce i robotyce. 2. Ukazanie możliwości, które dostarcza przetwarzanie sygnałów cyfrowych, z naciskiem na przetwarzanie informacji w celu wykorzystania w sterowaniu.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie wybranych zagadnień matematycznych stosowanych

przy przetwarzaniu sygnałów - [K2\_W1]

2. ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych zagadnień sztucznej inteligencji i ich zastosowania w cyfrowym przetwarzaniu sygnałów dla potrzeb automatyki - [K2\_W2]

3. rozumie korzyści ze stosowania specjalizowanych analogowych i cyfrowych systemów elektronicznych - [K2\_W4]

4. ma wiedzę dotyczącą algorytmów adaptacyjnych - [K2\_W9]

Umiejętności

1. potrafi organizować samokształcenie w celu podnoszenia i aktualizacji kompetencji dotyczących cyfrowego przetwarzania sygnałów - [K2\_U6]

2. potrafi korzystać z zaawansowanych metod przetwarzania i analizy sygnałów oraz ekstrahowania informacji z analizowanych sygnałów - [K2\_U11]

3. potrafi oceniać przydatności i możliwości wykorzystania nowych algorytmów przetwarzania sygnałów do zastosowań w zakresie automatyki i robotyki - [K2\_U16]

Kompetencje społeczne

1. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień cyfrowego przetwarzania sygnałów, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować- [K2\_K2]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie zajęć laboratoryjnych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych zajęć laboratoryjnych (sprawdzian "wejściowy") oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

ii. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne), premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

iii. ocenę sprawozdania przygotowywanego w trakcie zajęć; ocena ta uwzględnia także umiejętność pracy w zespole,

iv. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych przez kolokwium zaliczeniowe na końcu semestru,

Uzyskiwanie dodatkowych punktów za aktywność podczas zajęć, w szczególności za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanych problemu,

iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,

iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie - pracy pisemnej zawierającej pytania problemowe oraz zadania obliczeniowe; zdobycie 50% liczby punktów oznacza ocenę pozytywną, pytania są uszczegółowioną wersją zagadnień udostępnianych studentom w celu przygotowania się do egzaminu,

ii. omówienie wyników egzaminu,

b) w zakresie zajęć laboratoryjnych jest oceną wypadkową wynikającą z ocen formujących.

## Treści programowe

Przedmiot prezentuje zagadnienia cyfrowego przetwarzania sygnałów występujących w obszarze automatyki i robotyki. Rozpatrywane są transformacje sygnałów, przetwarzanie sygnałów jednowymiarowych i wielowymiarowych oraz algorytmy adaptacyjne.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Wprowadzenie do cyfrowego przetwarzania sygnałów - różnice między przetwarzaniem sygnałów

analogowych i cyfrowych, obszary wiedzy wykorzystywane w CPS, współczesne źródła zapotrzebowania na CPS; mikrokontrolery, mikrokontrolery sygnałowe, procesory sygnałowe, inne urządzenia specjalizowane wykorzystujące algorytmy CPS; narzędzia programowe i sprzętowe do szybkiego implementowania algorytmów CPS.

2. Podstawowe pojęcia CPS: próbkowanie, twierdzenie o próbkowaniu, aliasing, szereg Fouriera, układ liniowy i nieliniowy, kwantyzacja, stosunek sygnału do szumu, równanie różnicowe; schemat układu - forma 1 bezpośrednia niekanoniczna filtru cyfrowego IIR, odpowiedź impulsowa układu, charakterystyka częstotliwościowa; połączenie kaskadowe układów, spłot liniowy, zera i bieguny transmitancji w dziedzinie Z; Matlab jako przykładowe narzędzie stosowane w cyfrowym przetwarzaniu sygnałów.

3. Transformacja sygnału: cel stosowania transformacji sygnałów, ogólna postać transformaty sygnału, przekształcenie Fouriera jako transformacja częstotliwościowa, twierdzenie Parsewala, dyskretna transformacja Fouriera (DFT), szybka transformacja Fouriera (FFT), algorytm Goertzela, dwuwymiarowa transformacja Fouriera.

4. Dyskretna transformacja zafalowaniowa: rozwinięcie Haara, wielorozdzielcza reprezentacja sygnału, reprezentacja zgrubna, reprezentacja szczegółowa, ortonormalność między falkami Haara, graf transformaty Haara prostej i odwrotnej; ciągła transformata zafalowaniowa, falki jako funkcje bazowe, zasada nieoznaczoności, dyskretna transformata zafalowaniowa (DWT), analiza i synteza sygnału, algorytm Mallata, obliczenia DWT w Matlabie.

5. Filtracja adaptacyjna: model adaptacji, algorytm deterministyczny i stochastyczny obliczania filtru optymalnego, filtr Wienera, struktura filtru adaptacyjnego FIR, powierzchnia błędu średniokwadratowego, macierz autokorelacji, macierz korelacji wzajemnej, błąd średniokwadratowy estymacji, rozwiązanie iteracyjne, algorytm najszybszego spadku, zbieżność algorytmu najszybszego spadku, algorytmy LMS i RLS, adaptacyjna predykcja liniowa, adaptacyjne tłumienie szumu, tłumienie zakłóceń sieciowych na przykładzie sygnału EKG, adaptacyjne tłumienie echa, adaptacyjna identyfikacja obiektów dynamicznych.

6. Sztuczne sieci neuronowe: sieć neuronowa w adaptacyjnym przetwarzaniu sygnałów, cechy naturalnej sieci neuronowej, budowa neuronu naturalnego, liniowy i nieliniowy model neuronu, funkcje aktywacji - funkcje nieliniowe neuronu, struktura sztucznej sieci neuronowej, analiza działania pojedynczego neuronu oraz sieci wielowarstwowej, uczenie nadzorowane i nienadzorowane, reguła delta korekcji wag, korekcja wag neuronu nieliniowego, algorytm wstecznej propagacji błędów, trudności uczenia sieci nieliniowej, minimum lokalne i minimum globalne, sposoby implementacji sztucznych sieci neuronowych, zastosowania. Ślepa separacja sygnałów: model statyczny i dynamiczny mieszania sygnałów, ślepa separacja sygnałów jako odwrócenie mieszania, mieszanie dynamiczne w dziedzinie częstotliwości, nieokreśloność skali i permutacji, analiza składowych niezależnych (ICA), analiza składowych głównych (PCA), algorytm infomax, maksymalizacja entropii, centralne twierdzenie graniczne.

Program zajęć laboratoryjnych obejmuje następujące zagadnienia:

1. Próbkowanie i kwantyzacja
2. Filtracja sygnałów
3. Transformacje sygnałów
4. Filtracja adaptacyjna
5. Sztuczne sieci neuronowe
6. Ślepa separacja sygnałów

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań
2. Zajęcia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, przeprowadzanie eksperymentów, studium przypadków, praca zespołowa

## Literatura

Podstawowa

1. Od teorii do cyfrowego przetwarzania sygnałów, Zieliński T., Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków, 2002
  2. Intelligent signal processing, Haykin S., Kosko B., IEEE Press, 2001
- Uzupełniająca
1. Falki i aproksymacje, Białasiewicz J., WNT, Warszawa, 2000
  2. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów - od teorii do zastosowań, Zieliński T., WKŁ, Warszawa, 2009
  3. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, Smith S., Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2007

4. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, Stranneby D., Wydawnictwo BTC, Warszawa, 2004
5. Filtry adaptacyjne i adaptacyjne przetwarzanie sygnałów - teoria i zastosowania, Rutkowski L., WNT, Warszawa, 1994
6. Sztuczne sieci neuronowe - laboratorium, Rybarczyk A. (red.), Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2007
7. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Osowski S., Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2000
8. Adaptive Blind Signal and Image Processing: Learning Algorithms and Applications, Cichocki A., Amari S., John Wiley & Sons, Ltd, 2003

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 75     | 3,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 30     | 1,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 45     | 2,00 |