**Nazwa przedmiotu:**

Przetwarzania sygnałów telekomunikacyjnych

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. Andrzej Jakubiak, prof. nzw. Przemysław Dymarski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

PSYT

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Łącznie 115 godz., w tym:
udział w wykładach 30 godz.,
udział w ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
udział w laboratoriach 15 godz.
przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych 15 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 30 godz.,
przygotowanie do sprawdzianów 10 godz.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2,5

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,5

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 15h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest ugruntowana wiedza z zakresu analizy matematycznej (rachunek różniczkowy i całkowy, szeregi funkcyjne), analizy częstotliwościowej sygnałów oraz analizy i syntezy systemów liniowych (filtry analogowe i cyfrowe). Student powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu teorii procesów stochastycznych.

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Student zapoznaje się z analizą częstotliwościową i czasowo-częstotliwościową sygnałów (transformaty klasyczne i „rozciągnięte”, transformaty falkowe). Nabiera umiejętności w zakresie wykorzystania transformat w zastosowaniach praktycznych, m.in. w kompresji sygnałów audio. Opanowuje narzędzia statystycznej teorii detekcji i filtracji adaptacyjnej, w zastosowaniu do wykrywania sygnałów na tle szumów, przewidywania (predykcji) sygnałów, tłumienia echa i zakłóceń. Ponadto zapoznaje się z technikami dyskryminacji statycznej (dyskryminatory liniowe, SVM) i dynamicznej (HMM) w zastosowaniu do kompresji i rozpoznawania mowy.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
1. Analiza czasowo-częstotliwościowa sygnałów:
- Krótkoczasowa transformata Fouriera. Pojęcie okna czasowego, spektrogramy sygnałów. (2 godz.)
- Transformata Gabora. Elementarna funkcja Gabora. Metody wyznaczania funkcji okna i współczynników rozwinięcia, transformata Zaka. (2 godz.)
- Transformata falkowa. Pojęcie falek, ciągłe przekształcenie falkowe, skalogram. Dyskretna transformata falkowa, zastosowania. (2 godz.)
2. Zastosowanie transformat w technice kompresji sygnałów:
- Od Dyskretnej Transformaty Fouriera, poprzez Dyskretną Transformatę Cosinusoidalną do zmodyfikowanych (rozciągniętych - extended) transformat cosinusoidalnych (MDCT, LT, ELT). Zastosowanie w koderach audio (np. MP3) – 2 godz
- Problem koncentracji energii, dekorelacji, transformata Karhunena-Loevego – 1 godz
- Kodery transformaty a kwantyzatory wektorowe – 1 godz
3. Filtracja adaptacyjna i jej zastosowania:
- Zagadnienie predykcji, filtracji zakłóceń, tłumienia echa, identyfikacji układów dynamicznych– jednolity opis matematyczny. Korekcja interferencji międzysymbolowej – 2 godz
- Filtr Wienera i jego właściwości. Zastosowanie do identyfikacji kanału transmisyjnego – 2 godz
- Algorytmy adaptacji: stochastycznego gradientu (SG), najmniejszej sumy kwadratów (LMS) – 2 godz
4. Wykrywanie sygnałów na tle zakłóceń:
- Elementy statystycznej teorii detekcji, funkcje decyzyjne, weryfikacja hipotez (2 godz.)
- Detektory optymalne, detektory bayesowskie, Neymana-Pearsona i mini-max, detekcja parametryczna, nieparametryczna i „robust”. (2 godz.)
- Detektory dwudecyzyjne, charakterystyki operacyjne (krzywe ROC), detekcja SPFA. (2 godz.)
- Wykrywanie słabych sygnałów w środowisku silnych zakłóceń. (2 godz.)
5. Zagadnienia rozpoznawania i klasyfikacji:
- Dyskryminatory liniowe, zastosowanie w parametrycznych koderach mowy – 1 godz
- Dyskryminatory nieliniowe, na przykładzie maszyny wektorów wspierających (SVM) – 1 godz
- Ukryte Modele Markowa (HMM), rozpoznawanie mowy – 4 godz.

Zakres ćwiczeń:
Ćwiczenia audytoryjne obejmują materiał przedstawiony na wykładzie w formie zadań i problemów, rozwiązywanych przez studentów w trakcie zajęć.

Laboratorium:
 Laboratorium obejmuje 6 dwugodzinnych ćwiczeń, w trakcie których studenci wykonują w zespołach dwuosobowych pomiary i obliczenia.

1. Reprezentacje ortogonalne sygnałów.
2. Filtracja adaptacyjna: predyktory liniowe, algorytmy adaptacji: metoda stochastycznego gradientu, metoda najmniejszej sumy kwadratów. Zastosowanie w koderze ADPCM.
3. Generowanie i analiza sygnałów pseudolosowych
4. Transformaty w kompresji sygnałów fonicznych: porównanie transformat DFT, DCT, MDCT (zwanej też ELT). Zastosowanie w koderze sygnału audio.
5. Statyczne i dynamiczne rozpoznawanie wzorców: Dyskryminator liniowy Fishera i jego zastosowanie do rozpoznawania klas sygnałów: mowa dźwięczna, bezdźwięczna, szum otoczenia. HMM w rozpoznawaniu mowy: projektowanie Ukrytych Modeli Markowa dla rozpoznawania izolowanych słów.
6. Wyznaczanie charakterystyk operacyjnych i krzywych ROC detektorów binarnych.

**Metody oceny:**

Stopień opanowania wiedzy jest oceniany na podstawie dwóch pisemnych sprawdzianów audytoryjnych (Spr1, Spr2) oraz sprawdzianów wstępnych i sprawozdań z poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych (Lab1 - Lab6).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. P. Wojtaszczyk, „Teoria falek”, PWN, Warszawa 2000.
2. J.T. Białasiewicz, „Falki i aproksymacje”, WNT, Warszawa 2000.
3. S.W. Smith „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – poradnik dla inżynierów i naukowców” – BTC, 2007
4. T.P.Zieliński „Cyfrowe przetwarzanie sygnałów – od teorii do zastosowań” - WKiŁ
5. L.Rutkowski „Filtry adaptacyjne i przetwarzanie sygnałów” - WNT
6. A. Jakubiak, D. Radomski, „Sygnały i systemy”, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2012.
7. A. Jakubiak, „Metody detekcji sygnałów na tle zakłóceń”, OWPW (w druku).
8. J.Wojciechowski „Sygnały i systemy” – WkiŁ 2008
9. J.Szabatin „Przetwarzanie sygnałów” – W-wa 2003
10. K.Sayood “Kompresja danych – wprowadzenie”, Wyd. RM, W-wa 2002
11. A.Drozdek “Wprowadzenie do kompresji danych”
12. N.S.Jayant, P.Noll "Digital coding of waveforms"
13. A.Gersho, R.M.Gray "Vector quantization and signal compression"
14. W Kasprzak „Rozpoznawanie obrazów i sygnałów mowy”, W-wa 2009
15. W. Kwiatkowski „Metody automatycznego rozpoznawania wzorców”
16. P.Dymarski (ed.) „Hidden Markov Models – Theory and applications” - Intech 2011, Open source (dostępna w Internecie)
17. A.M. Kondoz “Digital speech”
18. L.Hanzo, F.Clare, A.Somerville, J.P.Woodward: “Voice compression and communications”
19. P.Vary, R.Martin „Digital speech transmission”, Wiley 2005
20. W.Skarbek ”MULTIMEDIA – algorytmy i standardy kompresji”

**Witryna www przedmiotu:**

http://ztso.tele.pw.edu.pl/~ctom/PSYT/PSYT.html

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka PSYT\_W01:**

Student posiada wiedzę na temat analizy czasowo-częstotliwościowej sygnałów niestacjonarnych.

Weryfikacja:

Lab. 1, Spr1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYT\_W02:**

Posiada wiedzę z zakresu zastosowania właściwych transformat w technice kompresji sygnałów.

Weryfikacja:

Lab. 4, Spr1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYT\_W03:**

Posiada wiedzę z zakresu zastosowań filtracji adaptacyjnej.

Weryfikacja:

Lab. 2, Spr1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W07, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka PSYT\_W04:**

Posiada wiedzę z zakresu rozpoznawania, klasyfikacji i detekcji sygnałów.

Weryfikacja:

Lab. 5, Lab. 6, Spr2

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka PSYT\_U01:**

Student posiada umiejętność wyboru i zastosowania właściwej transformaty w kompresji sygnałów.

Weryfikacja:

Lab. 4, Spr1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka PSYT\_U02:**

Posiada umiejętność projektowania filtrów adaptacyjnych w zastosowaniach telekomunikacyjnych.

Weryfikacja:

Lab.2, Spr1

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05, K\_U07, K\_U01, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, I.P7S\_UK, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

**Charakterystyka PSYT\_U03:**

Posiada umiejętność projektowania systemów rozpoznawania, klasyfikacji i detekcji sygnałów w zastosowaniach telekomunikacyjnych.

Weryfikacja:

Lab.5, Lab. 6, Spr2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U05, K\_U06, K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.3.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka PSYT\_K01:**

Student posiada umiejętność współpracy w grupie.

Weryfikacja:

Lab. 1 - Lab.6

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO