**Nazwa przedmiotu:**

Słyszenie i percepcja dźwięku

**Koordynator przedmiotu:**

Jan Żera

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

SPD

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawowy zakres wiedzy z przedmiotu Podstawy Techniki Dźwiękowej

**Limit liczby studentów:**

24

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z właściwościami układu słuchowego jako organu analizującego i przetwarzającego dźwięk. Wykład przedstawia budowę układu słuchowego z uwzględnieniem znaczenia akustycznych właściwości ucha zewnętrznego, roli ucha środkowego oraz funkcji analitycznych ucha wewnętrznego. Omówione są zasadnicze cechy wrażeniowe w odniesieniu do odpowiednich wymiarów fizycznych dźwięku, w tym: filtrowanie sygnałów w układzie słuchowym, wzajemne maskowanie (zagłuszanie) dźwięków, głośność i wysokość dźwięków prostych i złożonych, rozdzielczość słuchu w dziedzinie czasu, słyszenie dwuuszne (binauralne), ze szczególnym uwzględnieniem słyszenia kierunkowego i binauralnym zmniejszeniem maskowania (odmaskowaniem), zagadnienia związane z wytwarzaniem i percepcją mowy, a także wskaźniki liczbowe wrażeń stosowane w technice pomiarowej (wskaźniki głośności, szorstkości, ostrości i fluktuacji dźwięku) oraz zagadnienia odnoszące się do modelowania stosowanego w algorytmach kompresji dźwięku.Pięć ćwiczeń laboratoryjnych ilustruje zjawiska omawiane podczas wykładu w zakresie obejmującym najważniejsze cechy słuchu. W wielu przypadkach, ćwiczenia wzorują się na uznanych w literaturze, klasycznych eksperymentach prowadzonych na potrzeby rozwoju telekomunikacji. Laboratorium umożliwia poznanie podstawowych technik pomiarowych stosowanych w badaniach słuchu, w tym technik obiektywnych, opartych na statystycznej teorii detekcji oraz technik adaptacyjnych.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu
Budowa układu słuchowego. Budowa i działanie układu słuchowego. Podstawy neurofizjologiczne słyszenia. Modele układu słuchowego.
Cechy fizyczne i wrażeniowe dźwięku. Wprowadzenie: wielkości fizyczne i wielkości wrażeniowe charakteryzujące dźwięk. Miary stosowane w opisie dźwięku. Wskaźniki obliczeniowe głośności, szorstkości, tonalności i fluktuacji obwiedni.
Właściwości słuchu jako analizatora widma. Wzajemne maskowanie dźwięków. Maskowanie jednoczesne, następcze i wsteczne. Istota koncepcji filtru słuchowego w percepcji zjawisk dźwiękowych. Zjawiska świadczące o słuchu jako o układzie filtrów pasmowo-przepustowych. Kształt charakterystyki i szerokość filtru słuchowego.. Modelowanie filtrów słuchowych.
Głośność dźwięku. Próg słyszenia. Zakres dynamiki układu słuchowego. Prawo Webera-Fechnera. Sumowanie głośności w czasie i częstotliwości. Skale wartościowania głośności (skale fonów i sonów). Dyskryminacja natężenia - progi różnicowe natężenia dźwięku. Percepcja głośności dźwięków prostych (tonów) i dźwięków złożonych.
Wysokości dźwięku. Różnice w percepcji wysokości dźwięków prostych (tonów) i złożonych (wielotonów harmonicznych i nieharmonicznych). Skala wrażeniowa wysokości dźwięku (skala meli). Dyskryminacja częstotliwości - progi różnicowe częstotliwości. Model percepcji wysokości dźwięków złożonych.
Nieliniowość układu słuchowego. Tony kombinacyjne i harmoniczne słuchowe.
Przetwarzanie niestacjonarnych sygnałów dźwiękowych w układzie słuchowym: Percepcja dźwięków zmiennych w czasie. Rozdzielczość czasowa słuchu. Postrzeganie zmian obwiedni dźwięku.
Słyszenie dwuuszne, percepcja przestrzenna dźwięków. Lokalizacja źródła dźwięku. Odbiór dźwięku przy odsłuchu głośnikowym i słuchawkowym. Rola słyszenia dwuusznego i jednousznego. Słyszenie przestrzenne w warunkach odbić dźwięku. Zmniejszenie maskowania przy słyszeniu dwuusznym.
Uszkodzenia słuchu. Natura uszkodzeń słuchu. Zaburzenia percepcji głośności przy uszkodzonym słuchu. Zmiany rozdzielczości częstotliwościowej, czasowej i selektywności słuchu.
Sygnał mowy, jego wytwarzanie, percepcja. Wytwarzanie sygnału mowy. Natura dźwięków mowy. Fonemy.
Metody pomiaru słuchu. Techniki pomiaru progów detekcji, progów dyskryminacji, skalowanie wrażeń.
Modele psychoakustyczne stosowane przy kompresji danych. Podstawy kodowania percepcyjnego w kompresji danych.
Zakres laboratorium
Zakres laboratorium (pięć ćwiczeń po trzy godziny):
Maskowanie: celem ćwiczenia jest pomiar krzywych maskowania wynikających z oddziaływania pasmowego i szerokopasmowego szumu maskującego. Program ćwiczenia nawiązuje do pomiarów maskowania przez Wegel i Lane'a (Bell Laboratories, 1924 r.) i eksperymentów późniejszych.
Filtry słuchowe: celem ćwiczenia jest wyznaczenie charakterystyki filtrów określających pasmowe właściwości słuchu w różnych zakresach częstotliwości i przy różnym poziomie sygnału. Ćwiczenie nawiązuje do pomiarów Pattersona (1976 r.).
Skalowanie głośności i dyskryminacja natężenia dźwięku: celem ćwiczenia jest wyznaczanie krzywych poziomu głośności w fonach (wybranych punktów krzywych izofonicznych), skali głośności w sonach oraz progów różnicowych natężenia dźwięku. Program ćwiczenia nawiązuje do eksperymentów Fletchera i Munsona (Bell Laboratories, 1934), Robinsona i Dadsona (NPL, 1951) oraz Stevensa (Harvard University, 1940).
Postrzeganie zmian częstotliwości, wysokość dźwięku: program ćwiczenie obejmuje klasyczne eksperymenty dyskryminacji częstotliwości (pomiar progu różnicowego częstotliwości) oraz demonstrację zjawiska tworzenia wysokości dźwięków złożonych (wielotonów) i pomiar tej wysokości w zależności od częstotliwości składowych wielotonu.
Postrzeganie zmian czasowych w dźwięku: program ćwiczenia obejmuje pomiary właściwości układu słuchowego w zakresie integracji i dyskryminacji czasowej: pomiar integracji energii dźwięku w układzie słuchowym na podstawie oceny wrażenia głośności, pomiar funkcji przenoszenia modulacji (TMTF - temporal modulation transfer function) układu słuchowego, oraz pomiar dyskryminacji przerw w sygnale tonu oraz szumie pasmowym i szumie szerokopasmowym.

**Metody oceny:**

Przedmiot jest oceniany na podstawie sumy punktów uzyskanych z dwóch kolokwiów przeprowadzanych w połowie i na końcu semestru oraz sumy punktów otrzymanych na podstawie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych. Zaliczenie następuje pod warunkiem otrzymania co najmniej 50% punktów.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

B. C. J. Moore. Wprowadzenie do psychologii słyszenia. PWN 1999.
U. Jorasz. Wykłady z psychoakustyki. Wydawnictwo Naukowe UAM 1998.
E. Ozimek. Dźwięk i jego percepcja. Aspekty fizyczne i psychoakustyczne. PWN 2002.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.ire.pw.edu.pl/zea/

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma wiedzę o budowie układu słuchowego z uwzględnieniem znaczenia akustycznych właściwości ucha zewnętrznego i fizjologii działania ucha wewnętrznego.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka W2:**

Ma wiedzę o cechach wrażeniowych dźwięku w relacji do odpowiednich wymiarów fizycznych dźwięku.

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka W3:**

Ma wiedzę o procesach filtrowania sygnałów w układzie słuchowym, wzajemnego maskowania (zagłuszanie) dźwięków, powstawaniu wrażenia głośność i wysokość dźwięków prostych i złożonych, o rozdzielczości słuchu w dziedzinie czasu, binauralnym słyszeniu kierunkowym i binauralnym odmaskowaniu.

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka W4:**

Ma wiedzę o zagadnieniach związanych z wytwarzaniem i percepcją mowy.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

**Charakterystyka W5:**

Ma wiedzę o podstawowych technikach pomiarowych stosowanych w badaniach słuchu.

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi przeprowadzać pomiary słuchu w zakresie maskowania, skalowania głośności, progów różnicowych głośności i wysokości dźwięku, dyskryminacji zmian czasowych w dźwięku.

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14, K\_U01, K\_U03

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

**Charakterystyka U2:**

Rozumie i potrafi zastosować sformalizowane procedury pomiarowe wrażeń słuchowych związane ze statystyczna teoria detekcji.

Weryfikacja:

kolokwium, laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U03, K\_U14

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

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Wie jak zastosować zdobytą wiedzę w profilaktyce ochrony słuchu.

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:**

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**