**Nazwa przedmiotu:**

Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej

**Koordynator przedmiotu:**

Artur Przelaskowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

KWOD

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:
- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia projektowe w wymiarze 1 godz. tygodniowo;
- student może ponadto uczestniczyć w cotygodniowych konsultacjach (w wymiarze do 2 godz.).

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta wygląda następująco:
- udział w wykładach: 30 godz.
- przygotowanie do kolejnych wykładów, rozwiązywanie sygnalizowanych na wykładzie problemów: 20 godzin
- udział w zajęciach projektowych (omówienie projektów, wybór tematu, zaliczanie projektu): 3 godziny
- realizacja projektu (analiza teoretyczna, realizacja algorytmiczna, implementacja, eksperymenty, sprawozdanie): 40 godzin
- udział w konsultacjach: 6 godz. (zakładamy, że student sześciokrotnie w ciągu semestru korzysta z 1-godz. konsultacji dot. wykładu i projektu, w proporcjach 1:2)
- przygotowanie do egzaminu końcowego (rozwiązanie zadań przygotowawczych): 15 godzin

Łączny nakład pracy studenta wynosi zatem: 30+ 20 + 3 + 40 + 6 + 15 = 114 godz., co odpowiada ok. 4 punktom ECTS.

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

W ramach tak określonego nakładu pracy studenta:
- nakład pracy związany z zajęciami wymagającymi bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich wynosi 30 + 3 + 6 = 39 godz., co odpowiada ok. 1.5 punktom ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym wynosi 3 + 40 + 4 = 47 godz., co odpowiada ok. 2 punktom ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy przetwarzania danych obrazowych. Podstawy algorytmów i struktur danych. Podstawy probabilistyki, algebry liniowej i analizy matematycznej.

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Celem jest przekazanie wiedzy i umiejętności dotyczących sposobów wykorzystania technologii komputerowych do poprawy skuteczności obrazowej diagnostyki medycznej. Przedmiotem rozważań są przede wszystkim automatyczne metody wspomagania detekcji i diagnozy (CADD), rozumiane jako ‘druga para oczu radiologa’ (drugie spojrzenie), przy czym dużą wagę przywiązuje się także do optymalizacji technik wizualizacji (poprawy percepcji) informacji obrazowej (ekstrakcja właściwości istotnych diagnostycznie).

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
- Wprowadzenie (2h): schemat systemów wspomagania decyzji diagnostycznych, podstawowe definicje i cele; przegląd metod modelowania obrazów: -statystycznych (analiza korelacyjna, rozkłady łączne i brzegowe, źródła Markowa, ukryte pola Markowa), transformacyjnych (PCA, przekształcenia falkowe), generacji (modelowanie procesu akwizycji – przykład mammografii);
- Falkowa charakterystyka obrazów (6h): opis, uwydatnienie i ekstrakcja cech charakterystycznych obrazu za pomocą przekształceń falkowych różnej postaci (bazy ortogonalne, biortogonalne, pakiety falek, nadmiarowe, 2W, wedgelets etc.);
- Poprawa percepcji informacji obrazowej (3h): semantyczna definicja informacji, odszumianie, redukcja nadmiarowości, poprawa lokalnego kontrastu, eksponowanie struktur diagnostycznie ważnych;
- Eksperymentalna weryfikacja kliniczna narzędzi wspomagania (3h): cechy jakości i diagnostycznej wiarygodności obrazów; subiektywne metody oceny jakości i wiarygodności (wykorzystujące m.in. krzywe ROC, analizę statystyczną wyników, kliniczne warunki oceny); obiektywizacja procesu interpretacji i miar wiarygodności;
- Automatyczna detekcja patologii (4h): podstawowe elementy algorytmów detekcji, tj. przetwarzanie z klasyfikacją wstępną, ekstrakcja cech, klasyfikacja końcowa; przegląd wykorzystywanych narzędzi (m.in. operatory morfologiczne, filtry o różnej skali, adaptacyjne progowanie w dziedzinie falkowej); przykładowe rozwiązania z mammografii i radiografii;
- Automatyczna diagnoza (6h): referencyjna informacja diagnostyczna, dobór przestrzeni cech i kryteriów decyzyjnych, weryfikacja skuteczności; potencjał i rozwój komputerowych systemów wspomagania diagnozy, praktyczne realizacje systemów CADD;
- Obiektowy opis obrazów (3h): wyznaczanie kształtu obiektów płaskich i przestrzennych (metody aktywnych konturów, renderingu etc.); śledzenie dynamicznych obiektów w seriach obrazów, wirtualne obrazowanie (kolonografia, obrazowanie naczyń, wirtualna endoskopia), wyznaczanie obliczeniowych parametrów diagnostycznych;
- Integracja medycznych systemów obrazowania (3h): integracja narzędzi zarządzania danymi obrazowymi (dostępnych w ramach PACS, RIS czy HIS) z urządzeniami obrazującymi oraz narzędziami wspomagania w kompleksowych systemach obrazowania medycznego; indeksowanie referencyjnych baz danych obrazowych.

Zakres projektu:
W ramach zadań projektowych studenci opracowują algorytmy i programowe realizacje różnych technik przetwarzania danych stosowanych na różnych etapach procesu wspomagania interpretacji obrazów medycznych. Ponadto przewidywane są prace z zakresu analizy (treściowej, statystycznej) wybranych zagadnień optymalizacyjnych (np. dobór klasyfikatora, modele obrazu stosowane w metodach selekcji cech użytecznych w analizie obrazów danej modalności, sposoby poprawy skuteczności metod aktywnych konturów). Ważnymi zadaniami projektowymi są badania eksperymentalne nad poprawą percepcji struktur obrazowych oraz weryfikacją automatycznych algorytmów wspomagania. Treść zadań projektowych jest stale uaktualniana, przy czym obejmuje przede wszystkim:
- metody modelowania danych obrazowych, które oszczędnie opisują złożony charakter obrazów medycznych (modele statystyczne, PCA, pola Markowa);
- techniki falkowej analizy obrazów, schematy dekompozycji, dobór banku filtrów, uzależnienie wyboru bazy od cech sygnału (pakiety falek), konstrukcja baz falkowych dwuwymiarowych (2W) wykorzystujących kierunkowe zależności w sygnale (wedgelets);
- realizacja algorytmów poprawy diagnostycznej jakości obrazów i percepcji określonych struktur z testami dotyczącymi oceny ich wiarygodności;
- realizacja prostych systemów detekcji drobnych obiektów (np. mikrozwapnień), a także konturów, kształtu i innych cech informacji obrazowej;
- testowanie systemów wspomagania diagnozy, ocena ich efektywności za pomocą referencyjnych baz danych oraz testów klinicznych, realizacja prostych algorytmów ekstrakcji cech i klasyfikacji struktur w radiografii;
- realizacja metod wyznaczania ciągłych konturów, odtwarzania powierzchni i śledzenia dynamicznych konturów (obiektów o zmiennym kształcie) w dynamicznych i przestrzennych badaniach obrazowych (fMRI, MRI, USG, pCT, CT);
- implementacja procedur wspomagania diagnozy w prostych systemach archiwizacji i wymiany cyfrowej informacji obrazowej, indeksowanie informacji obrazowej, opracowanie prostej wyszukiwarki.

**Metody oceny:**

Przedmiot jest zaliczany na podstawie wyników z egzaminu oraz zaliczenia projektu. Ocena końcowa jest średnią ocen uzyskanych z egzaminu oraz projektu.
Egzamin jest oceną pisemnej umiejętności rozwiązywania krótkich
zadań problemowych z zakresu prezentowanej wiedzy.
W ramach projektu student realizuje wybrane zadania z elementami analizy teoretycznej, praktycznej realizacji oraz eksperymentalnej weryfikacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. A.Przelaskowski i inni, ‘Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej’, http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/kwod/kwod\_beta.pdf oraz inne materiały ze strony
2. R. Tadeusiewicz, J Śmietański, ‘Pozyskiwanie obrazów medycznych oraz ich przetwarzanie, analiza, automatyczne rozpoznawanie i diagnostyczna interpretacja’, Wydawn Studenck Towarz Naukow,Kraków, 2011
3. M.R. Ogiela, R. Tadeusiewicz, ‘Modern computational intelligence methods for the interpretation of medical images’. Studies in Computational Intelligence 84. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008
4. R.N.Strickland, ‘Image-processing techniques for tumor detection’, Marcel Dekker, Inc. 2002
5. K.Najarian, R.Splinter, Biomedical signal and image processing, CRC Taylor & Francis, 2006
6. R.R.Rangayyan, ‘Biomedical image analysis’, CRC Press 2005
7. A. Meyer-Baese, „Pattern recognition in medical imaging”, Academic Press, 2003
8. M.Sonka, V.Hlavac, R. Boyle, ‘Image processing, analysis, and machine vision, PWS Publishing 1999
9. L.Rutkowski, ‘Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN 2005
10. E. Kącki, J.L. Kulikowski i inni, ‘Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000’, Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, Exit 2003
11. Y.Y. Tang, L.H. Yang i inni, ‘Wavelet theory and application to pattern recognition’, World Scientific 2000

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.ire.pw.edu.pl/~arturp/Dydaktyka/koda/download\_kwod.php

**Uwagi:**

Tematyka wykładu obejmuje narzędzia CADD integrowane z medycznymi systemami obrazowania, w tym algorytmy wykorzystywane do automatycznej detekcji potencjalnych patologii, ilościowej oceny rozwoju choroby, ilościowej oceny morfologii wybranych struktur, różnicującej diagnozy zmian patologicznych oraz do wyszukiwania informacji obrazowej o podobnym znaczeniu diagnostycznym (strukturach, interpretacji) w referencyjnych bazach danych. Prezentowane są techniki modelowania obrazów dobrze aproksymujące ich właściwości, metody przetwarzania wstępnego, normalizacji, analizy obszarowej oraz komponentów, ekstrakcji cech oraz techniki rozpoznawania wzorców, a także algorytmy śledzenia konturów, renderingu powierzchni i inne. Omawiana jest także metodyka klinicznej weryfikacji systemów wspomagania diagnozy. Przedstawiane są wreszcie przykładowe realizacje systemów wspomagania dotyczące wybranych zastosowań (przede wszystkim w mammografii, radiografii i CT klatki piersiowej, diagnostyki mózgowia), wykorzystywane w nich algorytmy, przydatność kliniczna etc.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

student, który zaliczył przedmiot potrafi syntetycznie scharakteryzować metody komputerowego wspomagania obrazowej diagnostyki medycznej w zakresie: typowych metod i algorytmów, przykładowych realizacji oraz użyteczności zastosowań

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W04, K\_W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka W2:**

student, który zaliczył przedmiot zna uwarunkowania procesu diagnostyki obrazowej reprezentatywnych zastosowań, istniejące ograniczenia skuteczności diagnozy, specyfikę działań użytkownika w zakresie interpretacji i użytkowania obrazów medycznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W04, K\_W06, K\_W07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi wykorzystać podstawową wiedzę z zakresu metod przetwarzania danych, kontroli jakości danych, modelowania informacji obrazowej, komputerowego rozumienia obrazów oraz integracji z medycznymi systemami informacyjnymi do konstrukcji (algorytmy, realizacje) narzędzi wspomagania diagnostyki obrazowej

Weryfikacja:

egzamin/zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U07, K\_U08, K\_U09, K\_U10, K\_U15, K\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

potrafi optymalizować oraz zweryfikować narzędzia i metody wspomagania obrazowej diagnostyki medycznej w kontekście zastosowań klinicznych, umie dostosować algorytmy do specyfiki medycznych wymagań, a zarządzanie przepływem informacji – do charakteru medycznych procedur diagnostyki i terapii

Weryfikacja:

egzamin/zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09, K\_U12, K\_U13, K\_U15, K\_U01, K\_U02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka P1:**

potrafi pracować indywidualnie i w zespole

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U2:**

potrafi konfrontować rezultaty pracy własnej i zespołowej, odnosząc je do interdyscyplinarnych uwarunkowań diagnostyki medycznej, przekonując lekarzy-użytkowników do ich przydatności

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**