

**Autor (zespół autorski): dr hab. inż. Artur Przelaskowski, IR**

**KOMPUTEROWE WSPOMAGANIE OBRAZOWEJ DIAGNOSTYKI  
MEDYCZNEJ  
(COMPUTER-AIDED IMAGE-BASED DIAGNOSIS)**

<b>Wymiar godzinowy zajęć:</b>	<b>W</b>	<b>C</b>	<b>L</b>	<b>P</b>
	2	-	-	1

**Klasy programowe:** Techniki obrazowe w diagnostyce medycznej

**Wymagane przedmioty poprzedzające:** Podstawy technik obrazowania w medycynie

**Zalecane przedmioty poprzedzające:** Cyfrowe przetwarzanie obrazów

**Przedmioty podobne:**

**Forma zaliczenia:** E

**Semestr zalecany:** 8

**Słowa kluczowe:** komputerowe wspomaganie diagnozy, poprawa jakości obrazów medycznych, poprawa percepcji, detekcja patologii

**Krótką charakterystyka w języku polskim:**

Zagadnienia poruszane w ramach wykładu skoncentrowane są na sposobach wykorzystania technologii komputerowych do poprawy skuteczności obrazowej diagnostyki medycznej. Przedmiotem rozważań są przede wszystkim automatyczne metody wspomaganie 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 (lokalna poprawa kontrastu, korekcja histogramu, podkreślenie krawędzi, redukcja szumu etc.). 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, segmentacji, ekstrakcji cech oraz techniki rozpoznawania wzorców, a także algorytmy śledzenia konturów, renderingu powierzchni i inne. Systemy wspomaganie diagnozy są weryfikowane klinicznie w testach z analizą statystyczną, których metodyka jest dość obszernie omawiana w ramach wykładu. Przedstawione zostaną wreszcie przykładowe realizacje systemów wspomaganie dotyczące wybranych zastosowań (przede wszystkim w mammografii, radiografii i CT klatki piersiowej) wraz z kliniczną oceną ich wiarygodności/skuteczności.

**Krótką charakterystyka w języku angielskim:**

This course concerns computer technology applied to increase the efficacy of medical imaging systems. Although the interpretation of medical image information is still almost exclusively the work of humans, the use of computers in image analysis (reading) is expected to increase vastly in the next decades. This is the area of computer-aided detection and diagnosis (CADD). Generally, CADD systems does not replace the radiologist's interpretation, but serves as a second look (a second pair of eyes for the radiologist) at the areas that need to be more closely scrutinized for possible underlying pathology. Nevertheless, in some areas computer algorithms may even replace or outperform human observers. Presented CADD tools are applied to computerized detection of abnormalities, to quantification of disease progression, to differential diagnosis of lesions, and to the retrieval of reference cases similar to the case at hand from large image repositories. Problems taken

into consideration focus on image modeling, segmentation and feature extraction using statistical models of shape and appearance and techniques from pattern recognition. Moreover, the course fixes on methods of subjective interpretation of image features those are important for diagnosis (shape and contour of structures, texture, local contrast, context of appearance) and clinical verification in experiments with statistical analysis of scores given in diagnostic and even therapy terms. Given examples concern CADD systems for various applications (mammography, chest, both plain radiography and CT), evaluate their performance in clinical practice and to promote their use in the clinic (statistical hypothesis tests).

### Treść wykładu:

- **Wprowadzenie (2h):** schemat systemów wspomaganie 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 narzędzi wspomaganie (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 wspomaganie 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 endoscopia), wyznaczanie obliczeniowych parametrów diagnostycznych;
- **Integracja medycznych systemów obrazowania (3h):** integracja narzędzi zarządzania danymi obrazowymi (typu PACS, system teleradiologiczny) z urządzeniami obrazującymi oraz narzędziami wspomaganie 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 wspomaganie 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 ekspermentalne nad poprawą percepcji struktur obrazowych oraz weryfikacją automatycznych

algorytmów wspomaganie. 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 wspomaganie 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, fCT, CT);
- implementacja procedur wspomaganie diagnozy w prostych systemach archiwizacji i wymiany cyfrowej informacji obrazowej, indeksowanie informacji obrazowej, opracowanie prostej wyszukiwarki.

#### **Literatura:**

1. B.J. Erickson, B. Bartholmai, „Computer-aided detection and diagnosis at the start of the third millennium”, *Journal of Digital Imaging*, 15(2), str. 59-68, 2002.
2. A. Meyer-Baese, „Pattern recognition in medical imaging”, Academic Press, 2003.
3. Red. E. Kački, J.L. Kulikowski, A. Nowakowski, E. Waniewski, *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000, Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia*, Exit, 2003.
4. M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle, „Image processing, analysis, and machine vision”, PWS Publishing, 1999.
5. S. Mallat, „A wavelet tour of signal processing”, Academic Press, Londyn, 1999.