

Specjalność: Elektronika i informatyka w medycynie (EiM)

Przedmioty zaawansowane obowiązkowe specjalności EiM
Razem 14 ECTS

Skrót	Godziny	ECTS	Nazwa	Osoby odpowiedzialne
KWOD	2 - - 1	4	Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej	A. Przelaskowski
TMN	2 - 2 -	5	Techniki medycyny nuklearnej	Grzegorz Domański
TOM	2 - 2 -	5	Tomografia komputerowa	W. Smolik

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM
Do wyboru 16 ECTS

Skrót	Godziny W C L P	ECTS	Nazwa	Osoby odpowiedzialne
AMP	2 – 1 -	4	Analiza i modelowanie procesów fizjologicznych	Zbigniew Wawrzyniak
KODA	2 - - 1	4	Kompresja danych	Grzegorz Pastuszek
MBI	2 - - 1	4	Metody bioinformatyki	Robert Nowak
MMC	2 - - 1 -	4	Metody Monte Carlo	Dominik Kasprowicz, Marek Niewiński
ARMC	2 – 2 -	4	Mikrokontrolery ARM Cortex	Piotr Z. Wieczorek
MWS	2 – 1 -	4	Modele i wnioskowanie statystyczne	Rafał Rytel-Andrianik
NAN	2 - - 1	4	Nanotechnologie	Aleksander Werbowy
RSPS	2 - - 1	4	Rozproszone systemy pomiarowo-sterujące	Robert Łukaszewski
SNN	2 - - 1	4	Sieci neuronowe i neurokomputery	Zbigniew Wawrzyniak
SZAE	2 1 - -	4	Szumy i zakłócenia w aparaturze elektronicznej	Janusz Marzec
TRM	2 – 1 -	3	Tomografia rezonansu magnetycznego	Piotr Bogorodzki
UMB	2 - - 2	4	Uczenie maszynowe w bioinformatyce	Tymon Rubel
PSYL_ENG	2,2-1,2 1	5	Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z wykorzystaniem LabVIEW	Piotr Samczyński

Sylabusy- Przedmioty zaawansowane
obowiązkowe specjalności

Zespół Autorski:

prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)

Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej

Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)

Computer-aided image-based diagnosis

Kod przedmiotu (USOS)¹:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)²:

Przedmioty zaawansowane obowiązkowe specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordinator przedmiotu:	<i>prof. dr hab. inż. Artur Przelaskowski</i>
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany specjalności</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Cyfrowe przetwarzanie obrazów, Podstawy technik obrazowania medycznego</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Elektronika

Cel przedmiotu: (max 256 znaków)

Celem jest przekazanie wiedzy oraz umiejętności dotyczących zasadniczych koncepcji i metod wykorzystania inteligentnych przekształceń sygnałów, modeli poznawczych i sugestii decyzyjnych do poprawy skuteczności obrazowej diagnostyki medycznej.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

Rozważany jest problem skutecznego wspomagania diagnostyki obrazowej wobec realnych uwarunkowań klinicznych oraz niezwykle istotnych decyzyjnych wyzwań terapii. Zwiększenie efektywności interfejsu człowiek-komputer zostaje osadzone w kontekście specjalistycznej wiedzy dziedzinowej, realnych ograniczeń czasowych, procedur ścieżek klinicznych czy

¹ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiT

² W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiT, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

formalizowanych protokołów. Możliwość optymalnego wykorzystania dostępnych sygnałów pomiarowych w doskonalonych metodach rekonstrukcji uzupełniana jest skutecznym przekazem obrazowym. Dobierane metody rozpoznania treści służą pełnemu rozumieniu treści przez radiologa. Choć spodziewanym efektem jest redukcja popełnianych błędów, to kluczowym kryterium jest trafna ocena stanu klinicznego i skuteczna decyzja lekarzy. O doborze metod decyduje ich realna skuteczność. Niekiedy wystarczą proste metody poprawy percepcji informacji, nadanie wagi poszczególnym komponentom czy ekstrakcja i uporządkowanie cech istotnych. Niekiedy potrzeba konstrukcji modeli inteligentnych trenowanych względem istotnych wskaźników klinicznej weryfikacji. Jednak najistotniejszą część KWOD stanowią przykładowe realizacje systemów wspomagania wybranych zastosowań (m.in. diagnostyka raka sutka, płuc czy prostaty, udaru mózgu)-projekt służy rozwiązywaniu realnych problemów diagnostycznych.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

The problem of effective support of image-based diagnosis in the face of real clinical conditions and extremely important decision-making challenges of therapy is being considered. Increasing the effectiveness of the human-computer interface is embedded in the context of specialist domain knowledge, real time limits, clinical path procedures or formalized protocols. The possibility of optimal use of available measurement signals in improved reconstruction methods is complemented by effective image transfer. The chosen methods of content recognition serve the full understanding of the content by the radiologist. Although the expected effect is the reduction of errors, the key criteria are accurate clinical condition assessment and effective doctors' decision. The choice of methods determines their real effectiveness. Sometimes simple methods to improve the perception of information, giving weight to individual components or extracting and arranging the essential features are enough. Sometimes it is necessary to construct intelligent models trained in relation to significant indicators of clinical verification. However, the most important part of KWOD are examples of systems supporting selected applications (e.g. breast, lung or prostate cancer, stroke) - the project is used to solve real diagnostic problems.

Treści kształcenia:

Wykład:

- **Wprowadzenie (2h):** specyfika diagnostyki medycznej – podstawowe definicje, dylematy metodologiczne, paradygmat wzmocnionego poznania, rola systemów obrazowania w medycynie, podstawowa ich charakterystyka, technologiczny kontekst rozwoju współczesnej medycyny, problem ograniczonej skuteczności interpretacji obrazów, problem współpracy inżynierów i lekarzy;
- **Uwarunkowania obrazowej diagnostyki medycznej (8h):** a) ogólna charakterystyka systemów obrazowania, ich ograniczeń, modele diagnozy poszerzane wiedzą kliniczną - wytyczne i ścieżki; b) wsparcie środowiska informatyki medycznej; c) sugestie radiologów/ekspertów medycznych; d) niejasna rola radiologów i CAD; e) problemy i wyzwania radiografii cyfrowej, kontekst telemedycyny, udoskonalenia jakościowe i ilościowe (dwie energie, kontrastowanie badań, tomosynteza); f) fuzja zobrazowań na przykładzie diagnostyki raka sutka;
- **Elementy teorii i obróbki obrazów medycznych (6h):** a) schemat wieloelementowej obróbki obrazów, wybrane metody obróbki obrazów, ich modelowanie – statystyczne, lokalnie skalowane, transformacyjne, geometryczne, obiektowe itp.; b) automatyczna detekcja i diagnoza patologii, problem zastępowalności diagnostyki, elementy algorytmów, przegląd wykorzystywanych narzędzi i metod - wyznaczanie kształtu obiektów płaskich i przestrzennych (metody aktywnych konturów, renderingu etc.), śledzenie dynamicznych obiektów w seriach obrazów, wirtualne obrazowanie naczyń, wirtualna endoskopia,

wyznaczanie obliczeniowych parametrów diagnostycznych; c) metody redukcji błędów – ASPECTS, Stroke Bricks; d) modele

- **Charakterystyka koncepcji CAD (8h):** a) podstawowe definicje i cele, ogólne schematy systemów wspomagania decyzji diagnostycznych; b) cztery poziomy wspomaganie; c) formy wspomaganie dostosowane do modeli aktywności ekspertów (DOD, analiza błędów), d) uwarunkowania zastosowań CAD, diagramy kompleksowych rozwiązań inteligentnych, decyzyjny kontekst CAD; e) przegląd realnych schematów i systemów CAD (CBIR, detekcja i diagnoza, integracja funkcjonalna i technologiczna);
- **Kliniczne modele użytkowe, przykłady zastosowań (6h):** a) eksperymentalna weryfikacja kliniczna narzędzi wspomaganie, b) metody subiektywnej oceny jakości i interpretacja treści, obiektywizacja procesu interpretacji i miar wiarygodności; b) koncepcja uproszczonego przekazu z przykładami; c) przegląd praktycznych realizacji systemów CADD: diagnostyka chorób płuc, przykłady rozwiązań, skrining raka sutka, pilne rozpoznanie udaru mózgu.

Ćwiczenia: brak

Laboratorium: brak

Projekt:

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

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. W.Birkfellner, Applied medical image processing, CRC Press, 2011
2. A.P.Dhawan, Medical image analysis, Wiley & Sons, 2011
3. A.A.Bui, R.K.Taira, Medical imaging infomatics, Springer, 2010
4. J.S. Suri, R.M. Rangayyan, Breast imaging, mammography and computer-aided diagnosis of breast cancer, SPIE, 2006
5. E.Neri, D.Caramella, C.Bartolozzi (eds), Image Processing in radiology, Springer-Verlag 2008
6. R.Tadeusiewicz, J.Śmietański, Pozyskiwanie obrazów medycznych oraz ich przetwarzanie, analiza, automatyczne rozpoznawanie i diagnostyczna interpretacja, Wyd Studenckiego Towarzystwa Naukowego, Kraków, 2011
7. Ch.Guy, D.fyftche, An introduction to the principles of medical imaging, Imperial College Press, 2008
8. B.Pruszyński (red.), Diagnostyka obrazowa. Podstawy teoretyczne i metodyka badańWyd Lekarskie PZWL, 2000
9. 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
10. R.N.Strickland, Image-processing techniques for tumor detection, Marcel Dekker, Inc. 2002
11. K.Najarian, R.Splinter, Biomedical signal and image processing, CRC Taylor & Francis, 2006
12. R.R.Rangayyan, Biomedical image analysis, CRC Press, 2005
13. A.Meyer-Baese, Pattern recognition in medical imaging, Academic Press, 2003
14. M.Sonka, V.Hlavac, R. Boyle, Image processing, analysis, and machine vision, PWS Publishing 1999
15. L.Rutkowski, 'Metody i techniki sztucznej inteligencji, PWN 2005
16. E. Kącki, J.L. Kulikowski i inni, 'Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna 2000', Systemy komputerowe i teleinformatyczne w służbie zdrowia, Exit 2003
17. Y.Y. Tang, L.H. Yang i inni, 'Wavelet theory and application to pattern recognition', World Scientific 2000

Wymiar godzinowy zajęć: *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	- 15
Laboratoria	-
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

Realizacja projektu odbywa się równoległe do prezentacji treści wykładowych. W pierwszej fazie (około miesiąca) studenci dobierają się w zespoły 2-3 osobowe. W uzasadnionych przypadkach możliwa jest też indywidualna realizacja projektu. Temat projektu określają studenci zależnie od swoich zainteresowań. Możliwe są różne formy: od implementacji czysto programistycznych, poprzez programowanie interfejsów z wykorzystaniem gotowych bibliotek,

środowisk, pakietów, funkcji itd., badania eksperymentalne z wykorzystaniem gotowych narzędzi, aż po analizy przeglądowe, studia literatury i prace teoretyczno-koncepcyjne. Wymaganiem podstawowym jest sformułowanie istotnego, aktualnego problemu klinicznego wykorzystującego w stopniu istotnym diagnostykę obrazową i poszukiwanie skutecznych form/metod wspomaganie, w nawiązaniu do metodologii, koncepcji i paradygmatów formułowanych podczas zajęć wykładowych.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 48 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na spotkaniach projektowych 15 godz.,
obecność na egzaminie 3 godz.
2. praca własna studenta – 52 godz., w tym
przygotowanie projektu 32 godz.,
przygotowanie do egzaminu 10 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,6 pkt. ECTS, co odpowiada 48 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,33 pkt. ECTS w tym 15 godz. spotkań projektowych oraz 25 godz. realizacji projektu

Wymagania wstępne:

Wymagana jest umiejętność programowania w stopniu umożliwiającym implementację algorytmów i struktur modeli oraz umiejętność korzystania z bibliotek programistycznych, zasobów danych. Wymagana jest też znajomość ogólnej charakterystyki systemów obrazowania medycznego oraz podstaw wiedzy medycznej i specyfiki uwarunkowań pracy klinicznej.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ³	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
	student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA				
W01	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie metod analizy sygnałów stochastycznych i algorytmów przetwarzania obrazów oraz rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z fizyki w zakresie zjawisk fizycznych stanowiących istotę metod diagnostycznych takich jak	wykład	egzamin pisemny	K_W01

³ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	radiografia, scyntygrafia i tomografie: rentgenowska, magnetycznego rezonansu jądrowego i pozytonowa.			
W02	ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	wykład	egzamin pisemny	K_W02
W03	ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie konstruowania aparatury medycznej	wykład	egzamin pisemny	K_W03
W04	ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu systemów komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej	wykład, projekt	egzamin pisemny, projekt	K_W04
W05	ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki	wykład, projekt	egzamin, projekt	K_W05
W06	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemów komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej	wykład laboratorium projekt	egzamin, projekt	K_W06
UMIĘJĘTNOŚCI				
U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U01
U02	potrafi przygotować opracowanie naukowe w języku polskim i krótkie doniesienie naukowe w języku angielskim, przedstawiające wyniki własnych badań naukowych.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U03
U03	potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U07
U04	potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych w zakresie projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U08
U05	potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z elektroniki i informatyki w zastosowaniach medycznych.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U09
U06	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi dot.	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U10

	projektowania algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii.			
U07	potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne dot. systemów komputerowego wspomagania diagnostyki medycznej	laboratorium projekt	sprawozdanie i prezentacja projektu	K_U12
U08	potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, charakterystycznego dla studiowanej specjalności, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi: - stosując także koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania inżynierskie, charakterystyczne dla studiowanej specjalności, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	wykład laboratorium projekt	egzamin, projekt	K_U15
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
K01	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy.	projekt, wykład	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K_K01
K02	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	wykład, projekt	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K_K02

Zespół Autorski:
dr inż. Grzegorz Domański

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)
Techniki Medycyny Nuklearnej (TMN)

Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)
Nuclear Medicine Techniques

Kod przedmiotu (USOS)⁴:
Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)⁵:
Przedmioty zaawansowane obowiązkowe specjalności EiM

Poziom kształcenia: *drugiego stopnia*
Forma studiów i tryb *studia stacjonarne*
prowadzenia przedmiotu:
Kierunek studiów: *Elektronika*
Profil studiów: *ogólnoakademicki*
Specjalność: *Elektronika i informatyka w medycynie*
Jednostka prowadząca: *Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych*
Jednostka realizująca: *Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych*
Koordynator przedmiotu: *dr inż. Grzegorz Domański*
Poziom przedmiotu: *zaawansowany*
Status przedmiotu: *obowiązkowy*
Język prowadzenia zajęć: *polski*
Semestr nominalny: *2*
Minimalny numer semestru: *2*
Wymagania wstępne/zalecane *- / -*
przedmioty poprzedzające:
Dyskonta
Limit liczby studentów: *36*

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku
Inżynieria biomedyczna

Cel przedmiotu: *(max 256 znaków)*

Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z zastosowaniem elektroniki i technik komputerowych w Medycynie Nuklearnej, w szczególności: podstaw budowy i działania systemów obrazowania, wykorzystujących izotopy promieniotwórcze w scyntygrafii, tomografii SPECT i PET. Przedstawione zostaną wybrane modele badań funkcjonalnych organizmów i narządów. Omówione zostaną algorytmy rekonstrukcji, prezentacji i przetwarzania medycznych obrazów dwu i trójwymiarowych.

Skrócony opis przedmiotu *(max 1000 znaków):*

⁴ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiT

⁵ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiT, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Celem przedmiotu jest przedstawienie zagadnień związanych z zastosowaniem elektroniki i technik komputerowych w Medycynie Nuklearnej, w szczególności: podstaw budowy i działania systemów obrazowania, wykorzystujących izotopy promieniotwórcze w scyntygrafii, tomografii SPECT i PET. Przedstawione zostaną wybrane modele badań funkcjonalnych organizmów i narządów. Omówione zostaną algorytmy rekonstrukcji, prezentacji i przetwarzania medycznych obrazów dwu i trójwymiarowych. Zaprezentowane zostaną metody symulacji systemów obrazowania w Medycynie Nuklearnej, w tym metody Monte Carlo. W ramach laboratorium studenci nabywają umiejętności związane z badaniem jakości i parametrów urządzeń obrazujących w Medycynie Nuklearnej oraz mają możliwość pisania programów do rekonstrukcji obrazów i ich analizy.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

The aim of the course is to present issues related to the use of electronics and computer techniques in nuclear medicine, in particular: the basics of the construction and operation of imaging systems using radioactive isotopes in scintigraphy, SPECT and PET tomography. Selected models of functional tests of organisms and organs will be presented. Algorithms for reconstruction, presentation and processing of medical 2D and 3D images will be discussed. Simulation methods for imaging systems in Nuclear Medicine will be presented, including the Monte Carlo method. As part of the laboratory, students acquire skills related to testing the quality and parameters of imaging devices in Nuclear Medicine and have the ability to write programs for image reconstruction and analysis.

Treści kształcenia:

Treść wykładu

- 1. Podstawy zastosowań medycyny nuklearnej – diagnostyka i terapia. Przemiany promieniotwórcze. Izotopy dla medycyny nuklearnej- wytwarzanie, własności i zastosowania kliniczne. Anatomia i fizjologia organów. Ochrona radiologiczna.*
- 2. Oddziaływanie promieniowania z materią. Statystyka zliczeń pojedynczych fotonów. Własności statystyczne obrazów scyntygraficznych. Czas martwy i czas rozdzielczy detektorów. Statystyczna ocena wykrywalności ognisk w obrazach scyntygraficznych. Krzywe ROC.*
- 3. Parametry detektorów promieniowania. Przegląd detektorów pod kątem ich zastosowań w systemach obrazujących medycyny nuklearnej. Detektory pozycjoczule. Budowa układów elektroniki analogowej i cyfrowej, współpracujących z detektorami.*
- 4. Topografia promieniowania gamma. Budowa i zasada działania gammakamery. Odmiany konstrukcyjne gammakamer. Scyntykamery. Metody uzyskiwania informacji pozycyjnej.*
- 5. Tomografia SPECT: budowa i zasada działania tomografów SPECT, rekonstrukcja obrazów, algorytmy rekonstrukcji w tomografii SPECT, korekcja osłabienia promieniowania w ciele pacjenta, metody prezentacji danych tomograficznych (prezentacja trójwymiarowa), system komputerowy do tomografii SPECT*
- 6. Tomografia PET: podstawy fizyko-chemiczne rozwoju tomografii PET, transport dezoksyglukozy i glukozy przez barierę krew-mózg, przemiany metaboliczne w mięśniu sercowym, metody autoradiograficzne (in vitro). Podstawy fizyczne tomografii PET, rozpad beta+, anihilacja pozytonów, emisja kwantów gamma 511 keV. Detektory dla tomografii PET, koincydencja czasowa, artefakty obrazowe od fałszywych koincydencji, zestawy detekcyjne (gantry) dla PET. Tomografia PET typu time of flight. Emitery pozytonowe dla PET. Cyklotrony do produkcji izotopów dla PET, związki znakowane emiterami pozytonów. Przegląd komercyjnych tomografów i cyklotronów dla PET. Algorytmy rekonstrukcji tomograficznej dla PET, analiza obrazów PET, prezentacja trójwymiarowa, technika SPECT do badań z użyciem emiterów pozytonowych.*
- 7. Automatyzacja diagnostyki izotopowej w badaniach: układu nerwowego (ocena przepływu przez naczynia szyjne, naczynia krwionośne i perfuzja półkul mózgowych), czynności komór serca: (metodą pierwszego przejścia, metodą bramkowania sygnałem*

EKG), przepływu krwi w mięśniu sercowym (badania z zastosowaniem izotopu talu Tl-201, badania za pomocą związków izonitrylowych - MIBI), czynności nerek (ocena klirensu i filtracji kłębkowej (GFR), wychwyt DMSA), czynności wątroby (przepływ krwi w układzie wrotnym), układu pokarmowego (ocena refluksu przełykowo-żołądkowego), tarczycy (perfuzja płatów tarczycy i guzków, wychwyt jodowy).

8. *Symulacja działania gammakamery metodą Monte Carlo w środowisku GEANT. Symulacja tomografu SPECT. Symulacja tomografu PET. Ocena jakości systemów obrazowania w medycynie nuklearnej. Sprzęganie technik medycyny nuklearnej z innymi technikami obrazowania (MRI, CT). Analiza danych pochodzących z wielu modalności..*

Ćwiczenia: brak

Laboratorium:

Laboratorium pozwala osiągnąć praktyczną umiejętność obsługi gammakamery, napisania oprogramowania do rekonstrukcji obrazów w tomografii SPECT.. Obejmuje 6 ćwiczeń każde po 4 godz.

1. *Statystyka pomiarów scyntygraficznych*
2. *Budowa i zasada działania gammakamery.*
3. *Akwizycja obrazów gammakamerowych*
4. *Analiza wybranych badań czynnościowych*
5. *Algorytmy rekonstrukcji obrazów dla tomografii SPECT*
6. *Analiza tomograficznych obrazów multimodalnych*

Projekt: brak

Egzamin: tak

Literatura:

1. L. Królicki, „Medycyna nuklearna”, Fundacja im. Ludwika Rydygiera, Warszawa 1996.
2. L. E. Williams, „Nuclear Medical Physics”, vol. I, II, III, CRC Press, 1987
3. P.J. El, B.I. Hollman, „Computed Emission Tomography”, Oxford University Press, 1982.
4. S. A. Larsson, „Gamma Camera Emission Tomography”, Acta Radiologica Supplementum, 363, Stockholm, 1980
5. W.D. Townsend, M. Dfrise, „Image Reconstruction Methods in Positron Tomography”, CERN Reports 93-02, 1993.
6. N. C. Andreasen, „Brain Imaging- applications in psychiatry”, American Psychiatric Press, 1989
7. D.L. Bailey, J.L. Humm, A. Todd-Pokropek, A. van Aswegen, „Nuclear Medicine Physics: Handbook for Teachers and Students”, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2014
8. Yuji Kuge, Tohru Shiga and Nagara Tamaki, "Perspectives on Nuclear Medicine for Molecular Diagnosis and Integrated Therapy" Springer 2016.
9. Andreas Maier, Stefan Steidl, Vincent Christlein, Joachim Hornegger, "Medical Imaging Systems: An Introductory Guide", Springer, 2018

Wymiar godzinowy zajęć: *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	24
Zajęcia komputerowe	-

<i>Seminaria</i>	-
<i>Lektoraty</i>	-
<i>Warsztaty – zajęcia zintegrowane</i>	-
<i>Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość</i>	-

Organizacja zajęć:

W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci pracują w zespołach sześciuosobowych pod kontrolą i opieką prowadzących. Wykorzystywany jest sprzęt i oprogramowanie, które umożliwia kompilację i uruchamianie programów napisanych przez studentów. Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się w drugiej połowie semestru, tak aby wiadomości teoretyczne zdobyte wcześniej na wykładzie mogły być wykorzystane na laboratorium (+ ewentualna praca samodzielna studentów w przypadku opóźnienia wykładu względem laboratorium).

Przewidziany jest egzamin końcowy w celu weryfikacji wiedzy studentów.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

3. *liczba godzin kontaktowych – 54 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 24 godz.,*
4. *praca własna studenta – 49 godz., w tym
przygotowanie do wykładów - lektura artykułów 15 godz.
przygotowanie do laboratorium 24 godz.,
przygotowanie do egzaminu 10 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 103 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,1 pkt. ECTS, co odpowiada 54 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,86 pkt. ECTS w tym 24 godz. zajęć laboratoryjnych plus 24 godz. przygotowania do laboratoriów

Wymagania wstępne:

Wymagana jest umiejętność programowania w języku C w stopniu umożliwiającym implementację prostych algorytmów oraz umiejętność korzystania z bibliotek programistycznych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁶	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
W01	Zna podstawowe pojęcia, metody oraz techniki medycyny nuklearnej	wykład	egzamin.	W_01 W_02 W_05
W02	ma wiedzę nt. budowy i działania systemów obrazujących; typowych systemów detekcji promieniowania oraz układów elektroniki analogowej i cyfrowej, współpracujących z detektorami	wykład	egzamin.	W_01 W_02 W_05
W03	ma wiedzę nt. symulacji metodą Monte Carlo działania systemów do scyntygrafii, tomografii SPECT i PET	wykład	egzamin.	W_01 W_02 W_05
W04	ma wiedzę nt. aktualnych tendencji rozwojowych systemów obrazujących i oprogramowania w medycynie nuklearnej	wykład	egzamin.	W_01 W_02 W_05
UMIEJĘTNOŚCI				
U01	Potrafi wykonać pomiar podstawowych parametrów gammakamery	laboratorium	zadania laboratoryjne	U_07 U_08 U_10
U02	umie dokonać analizy obrazów scyntygraficznych	laboratorium	zadania laboratoryjne	U_08 U_09 U_10
U03	umie napisać program do rekonstrukcji obrazu w tomografii SPECT	laboratorium	zadania laboratoryjne	U_09 U_011 U_12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
K01	potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców	laboratorium	zadania laboratoryjne	K_01
K02	jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności	laboratorium	zadania laboratoryjne	K_03

⁶ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Zespół Autorski:

prof. ucz. dr hab. inż. Waldemar Smolik

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)

TOMOGRAFIA KOMPUTEROWA

Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)

Computed tomography

Kod przedmiotu (USOS)⁷:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)⁸:

Przedmioty zaawansowane obowiązkowe specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektroniki i Informatyka w Medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>prof. ucz. dr hab. inż. Waldemar Smolik</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obowiązkowy</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3-4</i>
Minimalny numer semestru:	<i>3-4</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Algebra, Metody numeryczne, Analiza, Podstawy programowania / Informatyczne systemy medyczne, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, Podstawy technik obrazowych w medycynie</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Elektronika

Cel przedmiotu: (max 256 znaków)

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami rekonstrukcji obrazów z projekcji oraz metodami akwizycji, wizualizacji i przetwarzania danych obrazowych stosowanymi w tomografii komputerowej.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

W ramach wykładu słuchacze zapoznają się z matematycznymi podstawami tomografii komputerowej. Prezentowane jest analityczne, algebraiczne i statystyczne ujęcie problemu

⁷ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiT

⁸ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiT, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

odwrotnego. Omawiana jest transformacja Radona i algorytm filtrowanej projekcji wstecznej, metody optymalizacji średniokwadratowej dla problemu nadokreślonego i niedookreślonego, estymacja parametryczna metodą największej wiarygodności i iteracyjny algorytm maksymalizacji wartości oczekiwanej. Sluchacze zapoznają się z pojęciem problemu odwrotnego źle postawionego i regularyzacją. Omawiane są różne algorytmy rekonstrukcji obrazu w kontekście różnych technik tomograficznych, w tym algorytmy nieliniowe. Studenci poznają podstawy fizyczne różnych technik tomograficznych i specyfikę przetwarzania danych w technikach. W ramach laboratorium uczestnicy nabywają umiejętności realizacji symulacji numerycznych i implementacji algorytmów rekonstrukcji obrazów. Zapoznają się z wybranymi technikami tomograficznymi: tomografią rentgenowską, tomografią rezonansu magnetycznego oraz elektryczną tomografią impedancyjną.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

As part of the lecture, students will learn the mathematical foundations of computed tomography. An analytical, algebraic and statistical approach to the inverse problem is presented. The Radon transformation and the filtered back projection algorithm are discussed, the least square optimization methods for the over- and underdetermined problem, parametric estimation with the maximum likelihood method and iterative algorithm for expectation maximization. Listeners will become familiar with the concept of an ill-posed inverse problem and regularization. Various image reconstruction algorithms are discussed in the context of diverse tomographic techniques, including non-linear algorithms. Students will learn the physical basics of various tomographic techniques and the specifics of data processing in these techniques. As part of the laboratory, participants acquire the skills to perform numerical simulations and implement image reconstruction algorithms. They will learn about selected tomographic techniques: X-ray tomography, magnetic resonance tomography and electric capacitance tomography.

Treści kształcenia:

Wykład:

9. *Wstęp. Wprowadzenie do tomografii komputerowej. Obrazowe techniki diagnostyczne. Historia tomografii: tomografia klasyczna i komputerowa. Podstawowe pojęcia: projekcja, sinogram, rekonstrukcja obrazów z projekcji, problem odwrotny. Przegląd technik tomograficznych. Obszary zastosowań.*
10. *Analityczny opis projekcji tomograficznych. Transformacja Radona. Operator wstecznej projekcji. Twierdzenie o projekcji. Twierdzenie o zamianie zmiennych w całce podwójnej. Jacobian. Odwrotna transformacja Radona. Filtrowana projekcja wsteczna. Filtr $|R|$ i jego własności. Twierdzenia o splocie. Splatana projekcja wsteczna. Twierdzenie o wstecznej projekcji. Odwrotna transformacja Radona z 2W transformacją Fouriera.*
11. *Dyskretna transformacja Radona. Algorytm filtrowanej projekcji wstecznej. 1W filtracja sinogramu. Własności dyskretnej transformacji Fouriera. Rozszerzanie sinogramu. Funkcje okna filtru tomograficznego. Interpolacja w projekcji wstecznej. Widmo gęstości mocy. Filtracja dla danych zaszumionych. Funkcja przenoszenia modulacji. Koncepcja filtracji adaptacyjnej i optymalnej.*
12. *Algebraiczny model projekcji tomograficznych. Dyskretyzacja i interpolacja. Rekonstrukcja obrazu z projekcji jako rozwiązanie problemu liniowego. Problem odwrotny źle postawiony. Model liniowy nadokreślony, niedookreślony. Liniowe zadanie najmniejszych kwadratów. Pseudoodwrotność. Rozwiązanie o minimalnej normie. Algebraiczne metody bezpośrednie i iteracyjne.*
13. *Relaksacyjne metody rozwiązywania układów równań liniowych. Metoda Kaczmarza. Minimalizacja entropii i algorytmy multiplikatywne. Optymalizacja średniokwadratowa*

- metodą gradientową. Algorytmy gradientowe. SIRT, SART. Metoda średniokwadratowa ważona. Problem odwrotny źle uwarunkowany numerycznie. Regularyzacja. Metoda: Tikchonova, TSVD. Metody automatycznego doboru wartości parametru regularyzacji. Metoda krzywej-L.
14. Statystyczne metody rekonstrukcji obrazu z projekcji. Metoda największej wiarygodności. Maksymalizacja funkcji wiarygodności metodą Monte-Carlo. Statystyczny model pomiaru projekcji w tomografii emisyjnej. Model danych niekompletnych. Dane obserwowalne i nieobserwowalne. Metoda maksymalizacji wartości oczekiwanej. Iteracyjny algorytm ML-EM. Bayesowski model projekcji tomograficznych. Maksymalizacja prawdopodobieństwa a posteriori.
 15. Rentgenowska tomografia transmisyjna. Generacja i detekcja promieniowania X. System pomiarowy, tomografy trzeciej generacji i EBCT. Tomografia helikalna i z wiązka stożkową (CBCT). Narazenie na promieniowanie jonizujące. Akwizycja i korekcja danych. Numeryczny model pomiarowy. Metody rekonstrukcji obrazów dla akwizycji helikalnej. Algorytm Feldkampa.
 16. Metody oceny jakości obrazów tomograficznych. Podstawowe pojęcia i definicje. Rodzaje fantomów fizycznych. Standaryzacja. Fantom głowy Shepp'a-Logan'a. Wizualizacja obrazów tomograficznych. Skala Hounsfielda. Pseudokolorowanie. Dobór kontrastu i jasności za pomocą „okienkowania”. Wielopłaszczyznowa rekonstrukcja przekrojów. Projekcje „radio” i projekcje maksimum intensywności.
 17. Tomografia emisyjna jednofotonowa. Izotopy i znaczniki izotopowe. Budowa gammakamery obrotowej. Dwuwymiarowa projekcja równoległa. Efekty fizyczne wpływające na jakość danych. Statystyka danych. Osłabianie promieniowania. Metody korekcji osłabiania promieniowania: Sorenson, Chang. Numeryczny model pomiaru projekcji. Iteracyjne algorytmy rekonstrukcji obrazów. Kryterium zatrzymania obliczeń jako regularyzacja.
 18. Tomografia emisyjna pozytonowa. Podstawy fizyczne. Detekcja koincydencyjna i kolimacja elektroniczna. Budowa tomografu PET. Ograniczenia rozdzielczości przestrzennej. Linie odpowiedzi. Akwizycja danych 2D i 3D. Model pomiaru projekcji. Rekonstrukcja trójwymiarowa. Statystyczne metody rekonstrukcji. Iteracyjny algorytm ML-OS. Korekcja danych: osłabianie promieniowania, zdarzenia przypadkowe i rozproszone.
 19. Tomografia NMR. Zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego w ujęciu kwantowym i makroskopowym. Wektor magnetyzacji. Częstotliwość precesji Larmora. Czasy relaksacji. Gęstość protonowa. Gradientowe pole magnetyczne i kodowanie przestrzenne. Metoda czulego punktu. Obrazowanie z użyciem wstecznej projekcji. Kodowanie częstotliwością i fazą. Fourierowska rekonstrukcja obrazów. Sekwencje pomiarowe: „spin-echo”, „echo-planar”. Obrazowanie dynamiczne.
 20. Elektryczna tomografia pojemnościowa. Numeryczny model pomiarowy liniowy i nieliniowy. Metody wyznaczania rozkładu pola elektrycznego w sondzie tomograficznej. Metoda różnic skończonych, metoda objętości skończonych. Macierz wrażliwości. Rekonstrukcja liniowa: pseudoodwrotność, zlinearyzowana projekcja wsteczna, iteracyjny algorytm Landwebera. Rekonstrukcja nieliniowa: metoda Gaussa-Newtona. Regularyzacja. Metoda Levenberga-Marquardta. Rekonstrukcja obrazów za pomocą sieci neuronowych.

Ćwiczenia: brak

Laboratorium:

Celem laboratorium jest przekazanie studentom umiejętności wykonywania symulacji numerycznych i implementacji algorytmów rekonstrukcji obrazów. Studenci realizują zadania w języku C i w języku Matlab. W ramach laboratorium studenci zapoznają się z wybranymi technikami tomograficznymi. Praktycznie zapoznają się z urządzeniami tomograficznymi, przeprowadzają pomiary i opracowują wyniki w komputerowych systemach analizy obrazów. Ćwiczenia laboratoryjne obejmują symulacje projekcji tomograficznych, praktyczne pomiary

tomograficzne fantomów fizycznych, algorytmy rekonstrukcji obrazów oraz metody wizualizacji obrazów tomograficznych. Tematyka ćwiczeń:

- *Symulacja numeryczna danych tomograficznych (projekcji) dla fantomu matematycznego głowy z uwzględnieniem szumu.*
- *Implementacja wybranego algorytmu rekonstrukcji obrazów z projekcji. Badanie właściwości algorytmu.*
- *Pomiary w tomografii rentgenowskiej.*
- *Metody prezentacji i przetwarzania obrazów w tomografii rentgenowskiej.*
- *Zjawisko rezonansu magnetycznego, metody pobudzenia, sygnał odpowiedzi (FID), kodowanie przestrzeni częstotliwością i fazą.*
- *Pomiary w elektrycznej tomografii pojemnościowej.*

Projekt: brak

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. R. Cierniak, "Tomografia komputerowa. Budowa urządzeń CT. Algorytmy rekonstrukcyjne", Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2005
2. F. Jaroszyk, "Biofizyka", PZWL, Warszawa 2002
3. J. W. Hennel, Podstawy teoretyczne tomografii magnetyczno-rezonansowej. Toruń: Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, 1999
4. J. Sikora, "Algorytmy numeryczne w tomografii impedancyjnej i wirowoprądowej", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2000
5. S.F. Filipowicz, T. Rymarczyk, "Tomografia impedancyjna. Pomiary, konstrukcje i metody tworzenia obrazu", BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2003
6. W. Smolik, Materiały do wykładu , <https://studia.elka.pw.edu.pl>
7. A. C. Kak, M. Slaney, "Principles of Computerized Tomographic Imaging", IEEE Press, IEEE Inc., 1988 (electronic copy (c) A. C. Kak, M. Slaney)
8. Cierniak R. X-Ray Computed Tomography in Biomedical Engineering: Springer-Verlag; 2011.
9. Kalender WA. Computed Tomography. Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications 3rd ed. Erlangen: Publicis Publishing; 2011
10. M. T. Buzug, Computed Tomography: From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT: Springer, 2008.
11. M. N. Wernick and J. N. Aarsvold, Emission Tomography. The Fundamentals of PET and SPECT.: Elsevier Inc., 2004
12. G.T. Herman (editor), "Image reconstruction from projections, implementation and applications", Springer-Verlag, 1979
13. G.T. Herman, "Image reconstruction from projections, The fundamentals of computerized tomography", Academic Press, 1980
14. Herman G., Kuba A. (eds.) Advances in discrete tomography and its applications, Birkhauser, 2007, ISBN 0817636145
15. F. Natterer, "The mathematics of computerized tomography", John Wiley & Sons Ltd, 1986
16. Berryman J.G. Nonlinear Inversion and Tomography, LN, MIT, 1991
17. Bertero M., Boccacci P. Introduction to Inverse Problems in Imaging, IOP, 1998
18. Z.H. Cho, J.P. Jones, M. Singh, "Foundation of Medical Imaging", John Wiley & Sons Inc, 1993
19. C.N. Chen, D.I. Hoult, "Biomedical Magnetic Resonance Technology", IOP Publishing Ltd, 1989

20. A.E. Todd-Pokropek, M.A. Viergever, "Medical Images: Formation, Handling and Evaluation", Springer-Verlag, 1992
21. P. Grangeat, Tomography, ISTE Ltd, 2009
22. G. L. Zeng, Medical Image Reconstruction. A Conceptual Tutorial, Springer, 2010
23. D. S. Holder, Electrical Impedance Tomography: Methods, History and Applications Institute of Physics, 2004
24. D. Sankowski i J. Sikora: editors, Electrical capacitance Tomography, Wydawnictwo Książkowe Instytutu Elektrotechniki, Warszawa 2010, ISBN 978-83-61956-00-6
25. A. Kirsch, An Introduction to the Mathematical Theory of Inverse Problems, 2nd ed.: Springer, 2011.
26. Bui A., Taira R.K. (eds.) Medical imaging informatics, Springer, 2010, ISBN 1441903844
27. S. Smith, Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists,

Wymiar godzinowy zajęć: *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	- 30
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci pracują w zespołach pięcioosobowych pod kontrolą i opieką prowadzących. W symulacji numerycznej wykorzystywany jest system Windows i Visual Studio. Implementacja algorytmów rekonstrukcji jest realizowana w systemie Linux i środowisku Matlab. Wykorzystywany jest tomograf komputerowy helikalny, tomograf rezonansu magnetycznego ze stałym magnesem i elektryczny tomograf pojemnościowy.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

5. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 30 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.
6. praca własna studenta – 58 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 18 godz.,
przygotowanie do egzaminu 40 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 120 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,07 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,60 pkt. ECTS w tym 30 godz. zajęć laboratoryjnych plus 18 godz. przygotowania do laboratoriów

Wymagania wstępne:

Wymagana jest znajomość algebry i analizy na poziomie akademickim, umiejętność programowania w stopniu umożliwiającym implementację prostych algorytmów.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ⁹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
POB_W01	zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii komputerowej	wykład	egzamin pisemny	W_03
POB_W02	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów	wykład	egzamin pisemny	W_04
POB_W03	w pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_01
POB_W04	zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących	wykład	egzamin pisemny	W_07 W_08
POB_W06	zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_03 W_04
POB_W05	ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_01 W_04
UMIEJĘTNOŚCI				
POB_U01	potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_01 U_02 U_04 U_08
POB_U02	potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_01 U_02 U_07

⁹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

POB_U03	potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_02 U_04 U_07 U_10 U_12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
POB_K01	potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców	laboratorium projekt	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K_01 K_02
POB_K02	jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności	laboratorium projekt	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K_01 K_02

Sylabusy- Przedmioty zaawansowane
obieralne specjalności EiM

Zespół Autorski:

dr inż. Zbigniew M. Wawrzyniak

dr inż. dr n. med. Dariusz Radomski

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)**Analiza i modelowanie procesów fizjologicznych****Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)****Biological Processes Analysis and Modelling**Kod przedmiotu (USOS)¹⁰:Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)¹¹:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Systemów Elektronicznych, Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordinator przedmiotu:	<i>dr inż. Zbigniew M. Wawrzyniak</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>1</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Inżynieria biomedyczna

Cel przedmiotu: (max 256 znaków)

Celem wykładu jest zapoznanie z wybranymi podsystemami czynnościowymi oraz typowymi sygnałami biologicznymi w organizmie człowieka, takimi jak systemy regulacji, modele receptorów i neuronalnego przesyłania informacji oraz zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

¹⁰ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

¹¹ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

W ramach wykładu słuchacze zapoznają się z opisami fizycznymi i matematycznymi wybranych podsystemów czynnościowych w organizmie człowieka, na przykładzie systemów regulacji, modeli wybranych receptorów oraz modelu neuronalnego przesyłania informacji. Przedstawione zostaną narzędzia do opisu matematycznego typowych sygnałów biologicznych EEG, EMG. Poruszone zostaną zagadnienia dotyczące identyfikacji modeli biomedycznych. Laboratorium z użyciem komputera wykorzystuje szereg programów symulacyjnych ilustrujących działanie modeli podsystemów regulacji i przetwarzania informacji u człowieka.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

As part of the lecture, students will learn about the physical and mathematical models of selected functional human subsystems, basing on the example of regulation systems, models of selected receptors and the model of neuronal information transmission. Mathematical description of typical biological signals as EEG, EKG, EMG will be presented. Issues related to the identification of biomedical models will be addressed. The laboratory using a computer uses a number of simulation programs illustrating the operation of models of subsystems of regulation and information processing in humans.

Treści kształcenia:

Wykład:

21. *Modele fizjologiczne i podstawy ich działania w odniesieniu do procesów życiowych. Konceptualizacja i podstawy budowania modeli, ich opis funkcjonalny i matematyczny, taksonomie modeli. Metodologia tworzenia modeli, model eksperymentalny i symulacyjny.*
22. *Przesyłanie informacji w organizmie człowieka. Układ nerwowy i hormonalny, ich rola we wzajemnym współdziałaniu (regulacji) wszelkich narządów w organizmie, Opisu fizyczny i matematyczny składowych układu nerwowego.*
23. *Przykładowe modele transmisyjne: neuronu, potencjałów aktywacji i czynnościowych, wyższe czynności nerwowe, sprzężenie modalności i neurotransmitery.*
24. *Modele układów regulacji w biomedycynie i fizjologii. Przykłady pasywnych i aktywnych układów regulacji ze sprzężeniem zwrotnym, pojęcie homeostazy, systemy regulacji w organizmach żywych, bloki modeli biofizycznych systemów regulacji.*
25. *Przetwarzania informacji w modelach różnej skali, przykład regulacji temperatury ciała, pracy serca, oddychania i czynności układu ruchowego. Modele regulacji w organizmie człowieka - próba systematyzacji, Model regulacji ciśnienia tętniczego.*
26. *Modele systemów odbioru i przekazu informacji u człowieka, wspólne cechy organów zmysłu (receptorów) u człowieka. Funkcjonowanie wybranych zmysłów: modele receptora i narządu słuchu, receptora i narządu równowagi oraz model narządu głosotwórczego i mechanizm wytwarzania głosu.*
27. *Model układu wzrokowego i fizjologia widzenia ludzkiego. Percepcja informacji obrazowej i postrzegania, cybernetyczny system kontroli informacji przez umysł, czynności i wiedza kognitywna.*
28. *Model funkcjonalny mózgu – dwa szlaki transmisji, wizualizacja diagnostyczna funkcji, sygnały EEG, fizjologia snu, Model układu ciśnieniowo-przepływowego wewnątrzczaszkowego, pomiary i regulacja fizjologiczna.*
29. *Cykliczność i okresowość sygnałów fizjologicznych, Modelowanie przebiegu sygnałów: zespół QRS sygnału EKG, fala ciśnienia tętniczego oraz sygnał elektromiograficzny EMG i wybrane cechy sygnału mowy.*
30. *Model lokomocji i funkcje mięśni, analiza chodu ludzkiego, stochastyczne cechy sygnału EM, diagnostyczna analiza eksploracyjna sygnału EMG, sygnał EMG jako źródło informacji.*
31. *Bilans stanu równowagi wewnętrznej obiektu, fizjologiczne modele komórki-kompartymentyzacja. Model kompartmentowe – cechy, funkcje fizjologiczne, model*

czarnej skrzynki do opisu procesów, kompartmentowe modele lekowe: farmakokinetyczne i farmakodynamiczne w badaniach in silico.

32. Identyfikacja modeli – wprowadzenie do metod, narzędzia do identyfikacji modeli, parametryzacja modeli, Przykład: identyfikacja modelu układu wewnątrzczaszkowego.
33. Model kompartmentowy regulacji glukozy i insuliny, symulacje ewolucji procesów w warunkach odstępstw od stanu normalnego - narzędzie wspierania diagnozy.
34. Modelowanie hydrodynamiki układu krwionośnego i regulacja ciśnienia tętniczego. Rozruszniki serca pracujące w pętli sprzężenia zwrotnego, modelowanie matematyczne procesów fizjologicznych sterujących prokreacją człowieka,

Ćwiczenia: brak

Laboratorium:

Laboratorium pozwala pogłębić wiedzę i przeprowadzić analizy symulacyjne w modelach fizjologicznych układów regulacyjnych oraz opanować umiejętności praktyczne podczas tworzenia mini-projektów funkcjonalnych. W ramach laboratorium studenci zapoznają się omawianymi na wykładzie układami regulacji i przeprowadzają odpowiednie testy z wykorzystaniem różnych parametrów definiujących warunki pracy układów.

Zakres mini projektów laboratoryjnych obejmuje

1. Podstawy działania neuronu i komunikacja między neuronami - sieć neuronowa, równowaga jonowa, potencjały czynnościowe i synaptyczne, szybkość przewodzenia.
2. Zmysły czucia, węchu i smaku - ciałko blaszkowate Paciniego, drogi rdzeniowe, hamowanie oboczne, adaptacja, rozpoznawanie zapachów.
3. Zmysł słuchu i mowy - dźwięki i analiza Fouriera, głoski, błona podstawna ślimaka, synchronizacja fazowa, opóźnienie międzyneuronowe.
4. Zmysł wzroku - optyka wzroku, ślepa plamka, fotoreceptory, komórki poziome, pola recepcyjne, ostrość widzenia, hamowanie oboczne, kolory, adaptacja; funkcje motoryczne - sieć neuronowa, parametryczne sprzężenie zwrotne, systemy sterujące, ruchy gałek ocznych).
5. Model odruchu neuronalno-mięśniowego (budowanie modelu z wykorzystaniem programu SIMULINK),
6. Model przepływów mózgowych i układu wewnątrzczaszkowego.
7. Sygnał EMG – analiza eksploracyjna i identyfikacja parametrów pracy mięśni w warunkach cyklicznych.

Egzamin: nie

Literatura i oprogramowanie:

1. Materiały dedykowane opracowane ramach przedmiotu do wykładu i laboratoriów
2. Basztura Cz.: Źródła, sygnały i obrazy akustyczne. WKŁ 1988
3. Carpenter R.H.S.: *Neurophysiology*, Arnold, wyd. III, 1996
4. Czosnyka M.: *Analiza dynamicznych procesów wewnątrzczaszkowej kompensacji objętościowej*, Prace Naukowe Elektronika z. 111, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996.
5. Drischel H.: *Podstawy biocybernetyki*, PWN, Warszawa 1976.
6. Frankiewicz Z. i in.: *Wybrane zagadnienia cyfrowego przetwarzania sygnałów biomedycznych*, Laboratorium, Politechnika Śląska, skrypt uczelniany nr 1705, Gliwice 1993
7. Gabioud B.: *Articulatory Models in Speech Synthesis* w Keller E. (ed.) *Fundamentals of speech synthesis and speech recognition*. John Wiley & Sons 1994.
8. Khoo M. C. K.: *Physiological Control Systems. Analysis, Simulation, and Estimation*. IEEE Press 1999/2000.

9. Lindsay P.H., Norman D.A.: *Procesy przetwarzania informacji u człowieka*, PWN, Wyd. I, 1984
10. Pacut A., Radomski D.: *Struktury układów regulacji występujących w organizmie człowieka*, opracowanie wewnętrzne.
11. Schmid R.: *Modelling of the vestibulo-ocular reflex and its use in clinical vestibular analysis*, praca hab. Instituto di Elettrotecnica ed Elettronica Politecnico di Milano, 1974
12. Tadeusiewicz R., Kot L., Mikrut Z., Majewski J.: *Biocybernetyka*, część I, skrypt AGH. wyd. 2, Kraków 1982.
13. Traczyk W.: *Fizjologia człowieka w zarysie*, PZWL, wyd. VI, Warszawa 1997.
14. Silverthorn D. U.: *Fizjologia człowieka - zintegrowane podejście*, PZWL, wyd.1, Warszawa, 2018

Wymiar godzinowy zajęć: (Należy podać liczbę godzin w semestrze)

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	- 15
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

Wykład prowadzony w formie prezentacji oraz demonstracji rozwiązań symulacyjnych. W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci pracują samodzielnie w zespołach trzyosobowych przeprowadzając symulacje analizowanych układów regulacji i sterowania pod kontrolą i opieką prowadzących na podstawie przygotowanych zakresów zmienności parametrów regulacji. Ćwiczenia laboratoryjne odbywają się w drugiej połowie semestru. Demonstracja wyników każdego mini-projektu laboratoryjnego odbywa się na komputerach laboratoryjnych.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

7. liczba godzin kontaktowych – 61 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na zaliczeniu 2 godz.
konsultacje 14 godz.
8. praca własna studenta – 60 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 30 godz.,
przygotowanie do zaliczenia 30 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 121 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,02 pkt. ECTS, co odpowiada 61 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,98 pkt. ECTS w tym 30 godz. przygotowanie do laboratorium 30 godz. przygotowanie do zaliczenia.

Wymagania wstępne:

Wymagana jest znajomość podstawowych zagadnień z znajomości fizyki oraz propedeutyki nauk medycznych.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹²	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
POB_W01	Zna podstawowe pojęcia, metody oraz techniki identyfikacji i budowania modeli na podstawie danych eksperymentalnych i wiedzy dziedzinowej z zakresu fizjologii człowieka dla praktycznych zagadnień inżynierii biomedycznej	wykład	zaliczenie zadania laboratoryjne	W01 W02 W03 W05
POB_W01	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi metodami modelowania wynikającej z znajomości fizjologii człowieka w praktycznej realizacji zagadnień inżynierii biomedycznej, a także zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w inżynierii biomedycznej wynikający z znajomości modeli fizjologicznych	wykład	zaliczenie zadania laboratoryjne	W04 W06
UMIEJĘTNOŚCI				
POB_U01	Potrąfi pozyskać informacje i literatury, integrować informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie oraz ocenić jakość modeli regulacji i sterowania w zagadnieniach fizjologicznych oraz wyników symulacji dla różnych technik diagnozowania	laboratorium mini-projekt	zadania laboratoryjne, prezentacja mini-projektu	U01 U02 U03
POB_U02	Potrąfi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracować i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski w zakresie projektowania podstawowych algorytmów detekcji i diagnozy symptomów patologii wynikających z procesów fizjologicznych	laboratorium mini-projekt	zadania laboratoryjne, prezentacja mini-projektu	U07
POB_U03	Potrąfi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w zakresie aparatury elektromedycznej i technik rejestracji sygnałów	laboratorium mini-projekt	zadania laboratoryjne, prezentacja mini-projektu	U12

¹² Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

	bioelektrycznych oraz systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej, które wnoszą wiedzę podstawową do zrozumienia zagadnień fizjologii człowieka i tworzeniu odpowiednich modeli			
POB_U04	Potrafi zaproponować ulepszenia (usprawnienia) istniejących rozwiązań technicznych oraz dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich w zakresie aplikacji modeli fizjologicznych	laboratorium mini-projekt	zadania laboratoryjne, prezentacja mini-projektu	U13 U14
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
POB_K01	Umie pracować zespołowo koncentrując się nad wykonaniem zadania analitycznego (symulacyjnego) i przygotowaniem wniosków merytorycznych, a także jest gotowy do współpracy z personelem medycznym w obszarze przygotowania, pozyskania i analizowania wyników symulacyjnych w stosunku do obserwacyjnych.	laboratorium mini-projekt	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K01 K02

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Grzegorz Pastuszak

Kompresja Danych Data Compression

Kod przedmiotu (USOS)¹³:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)¹⁴:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EIM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i Informatyka w Medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>Dr hab. Inż. Grzegorz Pastuszak</i>
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>1</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Wstęp do Multimediiów lub Podstawy Multimediiów</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>30</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Elektronika

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest omówienie podstaw teoretycznych oraz metod kodowania danych, zasad realizacji prostych algorytmów kompresji, przegląd współczesnych narzędzi i standardów z uwzględnieniem potencjalnych obszarów zastosowań, analiza możliwości oraz kryteriów doboru koderów optymalnych dla określonego rodzaju danych, a także sformułowanie współczesnych paradygmatów kompresji.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

Zakres przedmiotu obejmuje podstawy teorii informacji (modele, reguły kodowania i zniekształceń źródeł) oraz elementy analizy funkcjonalnej, teorii aproksymacji oraz przetwarzania sygnałów. Zagadnienia implementacji omawiane są na przykładzie kodowania Huffmana, arytmetycznego i numerycznego. Szczególny nacisk położono na

¹³ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

¹⁴ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

analizę kodeków danych obrazowych, modelowanie danych w przestrzeni obrazu, transformacje i kodowanie kontekstowe. Studenci poznają algorytmy i standardy kompresji m.in. CALIC, EZW, JPEG-LS, JPEG, JPEG 2000, ZIP, GIF, PNG i rodziny MPEG.

Spodziewane efekty uczenia to zdobycie syntetycznej i pragmatycznej wiedzy w zakresie nowoczesnych i użytecznych metod kompresji danych multimedialnych, umiejętność konstrukcji efektywnych algorytmów kompresji różnego przeznaczenia, optymalizacji metod bazujących na otwartych bibliotekach według kryteriów dopasowanych do charakteru zastosowań, a także projektowania i realizacji testów oceny efektywności technik kompresji odwracalnej i nieodwracalnej, z analizą wyników i formułowaniem wniosków.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

The scope of the subject includes the basics of information theory (models, coding rules and source distortions) and elements of functional analysis, theory of approximation and signal processing. Implementation issues are discussed on the example of Huffman, arithmetic, and numeric coding. Particular emphasis is placed on image codec analysis, data modeling in image space, transformations and context coding. Students acquire knowledge of compression algorithms and standards, including CALIC, EZW, JPEG-LS, JPEG, JPEG 2000, ZIP, GIF, PNG, and MPEG families.

The expected learning effects are the acquisition of synthetic and pragmatic knowledge in the field of modern and useful multimedia data compression methods, the ability to design effective compression algorithms for various purposes, optimization of methods based on open libraries according to criteria suited to the nature of applications, as well as the design and implementation of tests for assessing the effectiveness of compression techniques reversible and irreversible, with results analysis and formulation of conclusions.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie: przegląd i charakterystyka różnego typu danych wykorzystywanych do przekazu informacji, form ich reprezentowania (formaty, protokoły) w systemach informatycznych (głównie pliki tekstowe i graficzne, dźwięk, obrazy naturalne, medyczne, czarno-białe, wideo); podstawowe pojęcia z dziedziny kompresji, kierunki rozwoju nowoczesnych metod kompresji (1h).
2. Podstawy teorii informacji: definicje informacji, pojęcia nadmiarowości, kanału przekazu informacji, modele źródeł informacji (m.in. źródła Markowa), miary ilości informacji, twierdzenia o kodowaniu źródeł, reguły i ograniczenia efektywnego kodowania danych, kody jednoznacznie dekodowalne, praktyczne wykorzystanie modeli teoretycznych - kody optymalne (2h).
3. Podstawowe metody kodowania odwracalnego: schematy ogólne i paradygmaty bezstratnych metod kompresji, kodery długości sekwencji, Shannona-Fano, Huffmana (statyczny i dynamiczny), Golomba, i adaptacyjne modele kontekstowe (3h).
4. Efektywne metody bezstratnej kompresji danych: kodowanie arytmetyczne (m.in. szybkie kodeki binarne typu BAC i FBAC), numeryczne (ABS, tANS, rANS), słownikowe (m.in. przegląd archiwizerów rodziny ZIP) (6h).
5. Metody predykcyjne (wstecz, wprzód, DPCM, nieliniowe), predykcja w pętli rekonstrukcji z kwantyzacją, metody szeregowania pikseli, predykcja 2-D : (adaptacyjne modele przełączane, interpolacja międzypikselowa HINT, kilkuetapowe), modelowanie kontekstu, kwantyzacja kontekstu (CALIC, JPEG-LS), metoda PPM (3h).
6. Podstawy metod selekcji informacji: teoria zniekształceń źródeł informacji, optymalizacja R-D, średnia informacja wzajemna, metody kwantyzacji (skalarna, wektorowa, nieliniowa)

- kryteria i metody oceny jakości rekonstrukcji danych, pętla rekonstrukcji z kwantyzacją (2h).
7. Kodowanie transformacyjne, transformacje 1D/2D, przekształcenie KLT, transformacja kosinusowa/sinusowa, efektywność transformacji, całkowitoliczbowe przybliżenia transformacje (Hadamarda, wersje zastosowane w standardach wideo), selekcja współczynników transformaty, transformacja falkowa, dekompozycja wielopoziomowa, flaki Haara, 5x3 i 9x7, implementacja splotowa i za pomocą filtru drabinkowego, filtrowanie na granicach. (2h)
 8. Wybrane standardy kompresji obrazów: JPEG, JPEG 2000, GIF, PNG, JPEG-LS, użyte metody transformacji, modelowania i kodowania binarnego (3h).
 9. Wybrane standardy kompresji sekwencji obrazów MPEG (H.26x), wzrost stopnia złożoności i efektywności kompresji w kolejnych standardach, typy ramek wideo, struktury grupy obrazów, estymacja i kompensacja ruchu, dostępne tryby kodowania, użyte metody transformacji, predykcji i kodowania binarnego (3h)
 10. Kodowania dźwięku (MPEG -1/2/4, AAC) (2h).
 11. Wybrane problemy implementacji koderów: efektywność kompresji, regulacja stopnia kompresji, przepustowość, opóźnienie, zasoby obliczeniowe, skalowalność obliczeniowa, (2h).
 12. Kompresja wykorzystująca sieci neuronowe, wybór trybów kodowania wspomagany sieciami neuronowymi, predykcja przez sieci neuronowe, kompresja za pomocą autoenkoderów neuronowych (1h)

Ćwiczenia: brak

Laboratorium: brak

Projekt:

Zadania projektowe obejmują takie aktywności jak: studia literaturowe, opracowanie koncepcji i algorytmów kodowania, implementacja poznanych metod kompresji, badanie i analiza najnowszych standardów, formatów czy narzędzi (w zakresie algorytmów, dostępnych pakietów oprogramowania, optymalizacja i modyfikacja dostępnych bibliotek, implementacje sprzętowe, projektowanie i realizacja testów weryfikacji narzędzi). Treść poszczególnych zadań projektowych, stale aktualizowanych, dotyczy samodzielnej realizacji prostych aplikacji kodeków (według kodu Huffmana, arytmetycznego, Golomba, słownikowego, predykcji, transformacji, kwantyzacji, RLE, itp.) oraz narzędzi wspomagających (do liczenia entropii, do eksperymentalnej weryfikacji określonych kodeków); Projekty mogą dotyczyć również optymalizacji i badania kodeków złożonych z wykorzystaniem dostępnych pakietów oprogramowania oraz sprzętowej syntezy wysokopoziomowej wybranych metod kompresji;

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. Przelaskowski A., "Kompresja danych: podstawy, metody bezstratne, kodery obrazów", Wydawnictwo BTC, str. 258, 2005.
2. K. Sayood, "Kompresja danych. Wprowadzenie", READ ME, 2002.
3. D. Salomon, "A concise introduction to data compression", Springer, 2008.
4. A. Przelaskowski, "Falkowe metody kompresji danych obrazowych", Prace Naukowe - Elektronika, z. 138, Oficyna Wydawnicza PW, 2002.
5. W. Skarbek, "Metody reprezentacji obrazów cyfrowych", Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, W-wa 1993W.
6. Skarbek (red.), "Multimedia. Algorytmy i standardy kompresji", Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, W-wa 1998.
7. A. Drozdek, "Wprowadzenie do kompresji danych", WNT, 1999.

8. M. Rabbani, P. W. Jones, "Digital Image Compression Techniques", SPIE Press, 1991.
9. M. Domański, "Zaawansowane techniki kompresji obrazów i sekwencji wizyjnych", Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2000.

Wymiar godzinowy zajęć: 45

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	- 15
Laboratoria	-
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

Należy opisać zwłaszcza organizację zajęć aktywizujących studentów – laboratoriów, zajęć projektowych, warsztatów, zajęć zintegrowanych, podając w szczególności liczbę terminów zajęć w semestrze, czas trwania zajęć, liczebność zespołów na zajęciach projektowych/laboratoryjnych itp.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

9. liczba godzin kontaktowych – 50 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
spotkania projektowe 15 godz.,
konsultacje 2 godz.,
obecność na egzaminie 3 godz.
10. praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do zadania projektowego 5 godz.,
realizacja projektu 25 godz.,
przygotowanie do egzaminu 25 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,90 pkt. ECTS, co odpowiada 50 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,71 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. spotkań projektowych plus 30 godz. przygotowania i realizacji projektu.

Wymagania wstępne:

Osoby uczęszczające na przedmiot powinny przede wszystkim mieć widzę związaną z podstawami przetwarzania multimediów. Wymagana będzie również umiejętność programowania w językach C/C++ lub językach wysokiego poziomu (takich jak python).

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁵	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
w01	<i>Zna tendencje rozwojowe w zakresie metod i standardów kompresji danych multimedialnych.</i>	wykład	egzamin pisemny	W02
w02	<i>zna budowę typowych systemów kompresji danych multimedialnych.</i>	wykład	egzamin pisemny	W01, W04
w03	<i>Zna paradygmaty, ograniczenia i główne metody kompresji danych.</i>	wykład	egzamin pisemny	W01, W01
UMIEJĘTNOŚCI				
u01	<i>Potrafi we własnym zakresie uzupełniać wiedzę niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji.</i>	projekt	ocena projektu	U01, U05
u02	<i>Potrafi projektować i wykonywać systemy kompresji danych zgodnie z zadaną specyfikacją poprzez analizę i przystosowanie istniejących metod oraz przy użyciu środowisk i języków programowania.</i>	projekt	ocena projektu	U09, U13, U14, U16
u03	<i>Potrafi zweryfikować analitycznie i eksperymentalnie poprawność implementacji i efektywność wybranych algorytmów kompresji.</i>	projekt wykład	ocena projektu i egzamin pisemny	U07, U8
u04	<i>Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę algorytmów i standardów kompresji.</i>	wykład	egzamin pisemny	U08, U11, U12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
k01	<i>Jest gotów uzupełniać i dzielić się wiedzą niezbędną do realizacji wybranych algorytmów kompresji oraz oceną efektywności różnych systemów kompresji danych.</i>	projekt	ocena projektu	K02

¹⁵ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Zespół Autorski:

dr hab. inż. Robert Nowak

**Metody bioinformatyki (jęz. polski)
Bioinformatics methods (jęz. angielski)**

Kod przedmiotu (USOS)1:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)1:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Institut Informatyki</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>Robert Nowak</i>
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>Obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>zdefiniować, jeśli nie określono semestru nominalnego</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>wymagane dla kierunku Informatyka: Podstawy programowania, Algorytmika wymagane dla kierunku Inżynieria biomedyczna: Programowanie obiektowe / zalecane: Inżynieria genetyczna</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Informatyka i Inżynieria biomedyczna

Cel przedmiotu: (max 256 znaków)

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z algorytmami stosowanych do analizy napisów reprezentujących sekwencje DNA, RNA i białka. Analizy takie są bardzo istotne w biologii i medycynie spersonalizowanej.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

Bioinformatyka jest dziedziną informatyki, która analizuje dane o sekwencjach DNA, RNA i białek. Wykład dostarcza niezbędnej wiedzy o biologii molekularnej z punktu widzenia informatyki, a następnie skupia się na zagadnieniach analizy sekwencji biologicznych reprezentowanych jako napisy. Analizy takie są bardzo istotne w biologii i medycynie spersonalizowanej, wymagają dużej mocy obliczeniowych i stają się coraz bardziej powszechne, ze względu na rozwój urządzeń do odczytywania sekwencji biologicznych. Omawiane są metody tworzenia sekwencji na podstawie odczytów, analizy podobieństw, analizy miejsc kodujących, analizy funkcji, analizy wariantów genetycznych. Przedstawione są aktualne problemy badawcze przy analizie sekwencji biologicznych. Omawiane są niektóre metody biologii syntetycznej. Ćwiczenia pozwalają praktycznie wykonać typowe analizy przy użyciu narzędzi dostarczanych jako wolne oprogramowanie.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

Bioinformatics is a computer science discipline focused on analysis DNA, RNA and protein sequences. This lecture provides the necessary basic knowledge of molecular biology for computer scientists, and then is focused on the issues of analysis of biological sequences represented as string over given alphabet. Such analyzes are currently crucial in biology and personalized medicine, they require high computing power and are becoming common practice due to the great progress of throughput of devices for reading biological sequences. The main topics are: methods for assembling sequences based on reads, similarity analysis, structural and functional analysis, genetic variants discover and prioritizing. Current research problems are discussed as well as some synthetic biology methods. Exercises allow students to practically make typical bioinformatics analysis using open source tools.

Treści kształcenia:

Wykład:

1. Wprowadzenie (2 godz.)

Bioinformatyka jako dziedzina informatyki. Rola analiz sekwencji we współczesnej biologii i medycynie. Budowa cząsteczek DNA, RNA i białek, reprezentacja tych cząsteczek jako napisów nad skończonym alfabetem, budowa genomu. Podstawowe reakcje inżynierii genetycznej.

2. Badanie podobieństw sekwencji biologicznych (4 godz.)

Programowanie dynamiczne, uliniowanie dwóch sekwencji, podobieństwo globalne i lokalne, algorytmy przybliżone, algorytmy o liniowym koszcie pamięciowym, algorytmy BLOSUM i PAM do obliczania macierzy podobieństwa symboli, algorytmy z afiniczną funkcją kary. Algorytmy do badania podobieństw wielu sekwencji. Profile. Wyszukiwanie motywów. Mediana napisów.

3. Bazy sekwencji biologicznych (2 godz.)

Wyszukiwanie sekwencji w bazie. Algorytmy heurystyczne FASTA, BLAST i pochodne. Formaty rekordów: FASTA, FASTQ. Istotność wyników. Podstawowe bazy sekwencji.

4. Asembling de-novo, re-sekwencjonowanie (6 godz.)

Sekwencjonowanie, sekwenatory 1, 2, i 3-ciej generacji. Kontig sekwencyjny i kontig fizyczny. Algorytmy oparte o graf pokrycia. Algorytmy oparte o pod-grafy grafów de Brujna. Algorytmy dla sprawowanych końców. Błędy odczytu. Sekwencje powtarzające się. Algorytmy stosowane do łączenia odczytów o różnej charakterystyce błędów. Algorytmy do tworzenia kontigów fizycznych. Miary jakości assemblerów DNA. Genom referencyjny. Mapa fizyczna i genetyczna. Sekwencje kodujące i niekodujące. Resekwencjonowanie.

5. Analiza genomu człowieka, analiza wariantów, choroby genetyczne (6 godz.)

Transformata Burrowsa-Wheelera, pliki SAM i BAM. Analiza wariantów genetycznych. Rodzaje chorób genetycznych. Rzadkie choroby genetyczne. Analiza wariantów. Plik VCF. Znajdowanie wariantów istotnych. Potoki w bioinformatyce. Analizy oparte o głębokość pokrycia. Wykrywanie zmian strukturalnych. Analizy oparte o markery genetyczne. Zmienność ludzkiego genomu. Markery STR i SNP. Badanie pokrewieństw. Badanie mieszanin DNA. Analiza haplotypów.

6. Drzewa filogenetyczne (2 godz.)

Tworzenie drzew w oparciu o odległość sekwencji: metoda średnich połączeń, metoda przyłączania sąsiadów; tworzenie drzew w metodach bazujących na analizie symboli: metoda parsymonii, metoda największej wiarygodności.

7. Analizy oparte o ukryty model Markowa (2 godz.)

Łańcuchy Markowa. Ukryty model Markowa. Problem dekodowania. Algorytm Viterbiego. Algorytm prefiksowy i sufiksowy. Estymacja parametrów modelu Markowa. Algorytm Bauma-Welcha.

8. Analizy danych wielowymiarowych (2 godz.)

Grupowanie, Metody redukcji wymiarów, algorytm analizy składowych głównych.

9. Biologia syntetyczna i obliczenia realizowane na cząsteczkach DNA (4 godz.)

Struktura drugorzędowa biopolimeru, reprezentacja cząsteczki jako graf. Algorytmy obliczania struktury drugorzędowej na podstawie sekwencji: algorytm Nussinov, algorytm Zuckera. Optymalizacja sekwencji sztucznej cząsteczki DNA. Biologia syntetyczna. Obliczenia realizowane przez cząsteczki DNA. DNA komputer.

Projekt polega na wykonaniu szeregu analiz sekwencji biologicznych używając otwartego oprogramowania w zespołach 2 osobowych. Każde zadanie zajmuje kilka godzin pracy przy komputerze typu PC z systemem Linux, zakładając wcześniejsze pobranie danych i instalację odpowiednich narzędzi. Zadanie można wykonać samodzielnie albo z pomocą i asystą prowadzącego, na maszynie wirtualnej odpowiednio skonfigurowanej.

- Asembling de-novo DNA. Pobranie sekwencji z ogólnodostępnej bazy danych, generowanie odczytów zawierających błędy, uruchomienia assemblera de-novo, generowanie statystyk opisujących wyniki, analiza wyników.
- Adnotacja DNA. Pobranie zbioru kontigów (wyjście assemblera de-novo), adnotacja strukturalna - znajdowanie części kodujących i niekodujących, adnotacja funkcjonalna wykorzystując podobieństwo do opisanych elementów w bazach danych, analiza wyników.
- Resekwencjonowanie. Pobranie sekwencji chromosomu ludzkiego z ogólnie-dostępnej bazy danych, pobranie genomu referencyjnego, generowanie odczytów, mapowanie odczytów na genom referencyjny, znajdowanie wariantów.
- Analiza wariantów. Pobranie listy wariantów genetycznych oraz zbioru odczytów, analizy związane z głębokością pokrycia, wykrywanie zmian strukturalnych, szeregowanie znalezionych zmian uwzględniając ich istotność.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. Jin Xiong, Podstawy bioinformatyki, PWN, 2011.
2. R.Durbin, S.Eddy, A.Krogh, G.Mithison, Biological sequence analysis. Cambridge 2007.
3. P.Higgs, T.Attwood, Bioinformatyka i ewolucja molekularna, PWN, 2008.
4. Wing-Kin Sung, Algorithms for next-generation sequencing, CRC Press 2017.
5. V. Makinen, D. Belazzougui, F. Cunial, A. Tomescu, Genome-Scale Algorithm design, Cambridge 2015.
6. Pakiety języka Python.

Wymiar godzinowy zajęć: (Należy podać liczbę godzin w semestrze)

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	-
Zajęcia komputerowe	- 15
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:

- wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
- zajęcia komputerowe realizowane samodzielnie w zespołach lub z asystą prowadzącego,
- konsultacje.

Aktywizacji studentów służą:

- interaktywna formuła wykładu,
- dostępność kilkudziesięciu algorytmów na stronie przedmiotu, które pozwalają wykonywać obliczenia krok po kroku wykorzystując przeglądarkę z językiem JavaScript dla własnych danych,
- dostępność terminu dla każdego z ćwiczeń, gdzie studenci mogą przyjść z własnym komputerem przenośnym i skonsultować wyniki z prowadzącym lub wykonać analizy pod opieką prowadzącego zajęcia komputerowe,
- wymóg przedstawienia sprawozdań z wykonanych ćwiczeń,
- omawiane narzędzia i dane są dostępne i bezpłatne.

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym podczas sesji egzaminacyjnej,
- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją analiz na zajęciach komputerowych.

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – **47 godz.**, w tym:
 - a. obecność na wykładach: **30 godz.**,
 - b. udział w zajęciach komputerowych: **15 godz.**,
 - c. udział w konsultacjach wykładowych oraz konsultacjach związanych z realizacją zajęć komputerowych: **2 godz.**;
2. praca własna studenta – **72 godz.**, w tym:
 - a. przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i dodatkowej literatury, próba rozwiązania ćwiczeń domowych sformułowanych na wykładzie, wykorzystywanie programów demonstracyjnych): **16 godz.**,
 - b. przygotowanie do wykonania analiz, interpretacja wyników: **30 godz.** (zapoznanie się z instrukcjami do ćwiczeń, instalacja oprogramowania,

zapoznanie się z dokumentacją użytkownika, pobranie danych, analiza i interpretacja wyników, przygotowanie sprawozdania, omówienie wyników).

c. przygotowanie do egzaminu: **16 godz.**

Łączny nakład pracy studenta wynosi: 120 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,57 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,5 pkt. ECTS, co odpowiada 45 godz. realizacji zajęć komputerowych.

Wymagania wstępne:

- umiejętność obsługi systemu Linux, w tym instalacji nowych pakietów;
- znajomość algorytmów i struktur danych, w tym algorytmów grafowych i algorytmów wyszukiwania napisów;
- umiejętność programowania w języku Python;
- znajomość podstaw probabilistyki i statystyki.

Efekty uczenia się:

opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ¹⁶	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
zna algorytmy badania podobieństw dwu sekwencji reprezentujących cząsteczkę DNA, RNA lub białko	wykład	egzamin	W_02
Zna algorytmy wyszukiwania sekwencji podobnych w bazie sekwencji, rozumie parametry określające istotność uzyskanego wyniku	wykład	egzamin	W_02
Zna algorytmy asemlacji	wykład	egzamin	W_02
zna algorytmy służące do wykrywania różnic przy użyciu genomu referencyjnego	wykład	egzamin	W_02
Rozumie problemy związane z typową wielkością danych potrzebną do analiz bioinformatycznych, w tym do analiz genomu człowieka oraz z wydajnością pamięciową i czasową stosowanych algorytmów	wykład	egzamin	W_04
Zna metody przewidywania struktur cząsteczek na podstawie ich sekwencji, wie o metodach tworzenia sztucznych organizmów oraz o używaniu cząsteczek DNA do przeprowadzania obliczeń	wykład	egzamin	W_02

¹⁶ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

UMIEJĘTNOŚCI			
umie uruchomić prosty potok przetwarzania sekwencji DNA, RNA lub białek i zweryfikować ich wyniki, zna podstawowe terminy inżynierii genetycznej	Zajęcia komputerowe	dokumentacja ćwiczeń	U_07
Umie pobrać dane z ogólnodostępnych baz danych sekwencji biologicznych	Zajęcia komputerowe	dokumentacja ćwiczeń	U_01
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
stosuje właściwe metody komunikacji ustnej i pisemnej w zakresie analiz bioinformatycznych	Zajęcia komputerowe	Dokumentacja ćwiczeń, aktywność w czasie konsultacji	K_02

Zespół Autorski:

dr inż. Marek Niewiński

dr inż. Dominik Kasprowicz

**Metody Monte Carlo (MMC)
(Monte Carlo Methods)**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych):

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami symulacyjnymi znanymi powszechnie jako metody Monte Carlo. Stanowią one obecnie coraz powszechniej stosowane narzędzie do rozwiązywania bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice.

Kolejnym - praktycznym celem - jest przygotowanie studentów do samodzielnego wykonywania obliczeń symulacyjnych metodami MC - przy użyciu dostępnych narzędzi programistycznych - oraz poprawnego szacowania niepewności uzyskiwanych wyników.

Treść kształcenia:***Informacje ogólne:***

Bloki wykładowe dwugodzinne; bloki laboratoryjne dwugodzinne. Zajęcia laboratoryjne realizowane w drugiej części semestru. Zaliczenie przedmiotu na podstawie liczby punktów uzyskanej podczas dwóch kolokwium wykładowych oraz na zajęciach laboratoryjnych.

Opis wykładu: (szczegółowy opis treści omawianych na wykładach)

Przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Elementy testowania hipotez statystycznych.

Generowanie liczb losowych. Przegląd typów generatorów liczb losowych: generatory prawdziwie losowe, pseudolosowe oraz Quasi losowe. Ich podstawowe wady i zalety. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne.

MCMC (Markov Chain Monte Carlo). Pojęcie łańcucha Markowa. Model błędzenia przypadkowego. Algorytmy Metropolis-Hastingsa i Gibbsa – efektywne próbkowanie z rozkładów wielowymiarowych.

Całkowanie metodą podstawową MC. Metody redukcji wariancji. Pojęcie niepewności wyników symulacji MC.

Rozwiązywanie równań transportu dla gazu klasycznego i dla gazu elektronowego z uwzględnieniem zjawisk rozpraszania.

Typy aplikacji do symulacji MC. Dobre praktyki podczas tworzenia własnego oprogramowania.

Model perkolacji i jego zastosowania.

Model propagacji niepewności : ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. Propagacja rozkładów zmiennych losowych – szacowanie rozrzutów parametrów układów elektronicznych, uzysku produkcyjnego.

Zastosowania metod MC w optymalizacji.

Symulacja działania Systemów Masowej Obsługi dla nietypowych rozkładów zmiennych losowych.

Algorytm „Monte Carlo tree search” i jego zastosowania.

Szacowanie ryzyka metodami MC na przykładzie szacowanie wartości instrumentów pochodnych i ryzyka inwestycyjnego.

Krytyczna analiza wyników otrzymywanych metodami MC na przykładzie wybranych współczesnych publikacji naukowych .

Dwa kolokwia wykładowe.

Laboratorium:

Badanie efektywności generatorów liczb pseudolosowych w wybranych językach programowania.

Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych.

Całkowanie metodami Monte Carlo, metody ograniczenia niepewności wyników.

Całkowanie metodami Monte Carlo wykorzystującymi łańcuchy Markowa.

Szacowanie uzysku produkcyjnego za pomocą modelowania propagacji rozkładów prawdopodobieństwa.

Rozwiązywanie równań różniczkowych metodą błędzenia przypadkowego.

Zastosowanie perkolacji do modelowania rozprzestrzeniania się epidemii.

Szacowanie wartości instrumentów pochodnych w finansach oraz ryzyka inwestycji.

Projekt: brak

Egzamin: *nie*

Literatura:

1. *Wit R.: Metody Monte Carlo, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, 2004.*
2. *Gentle J.E.: Random Number Generation and Monte Carlo Methods, Springer-Verlag, NY, 2003*
3. *Reuven Y. Rubinstein, Dirk P. Kroese: Simulation and the Monte Carlo Method 3rd Edition, Wiley Series in Probability and Statistics, 2016*

Oprogramowanie:

Na zajęciach laboratoryjnych używane będzie oprogramowanie typu Open Source

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	1	-	(45)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 60 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
udział w konsultacjach 15 godz.*
2. *praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 0 godz.,
przygotowanie do laboratoriów 8 godz.,
przygotowanie do kolokwii 20 godz.,
wykonywania zadań projektowych 0 godz.,
przygotowanie sprawozdań (laboratoria) 7 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 95 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,5 pkt ECTS, co odpowiada 60 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,5 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zajęć laboratoryjnych, 8 godz. przygotowywania się do zajęć laboratoryjnych i 7 godz. przygotowania sprawozdań.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma uporządkowaną wiedzę na temat algorytmów generacji liczb pseudolosowych oraz quasi losowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium, ocena zajęć laboratoryjnych	K1_W01
W2: Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym) w aspekcie ich zastosowań w elektronice.	Wykład	Kolokwium	K1_W01
W3: Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC stosowanych w obszarach optymalizacji, propagacji niepewności (zastosowania w metrologii i przy szacowaniu ryzyk).	Wykład, zajęcia laboratoryjne	Kolokwium, ocena zajęć laboratoryjnych	K1_W01
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Posiada umiejętność wyznaczania wartości całek wielowymiarowych wykorzystując algorytm MC. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować.	Zajęcia laboratoryjne	ocena zajęć laboratoryjnych	K1_U16
U2: Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.	Wykład	Kolokwium	K1_U15
U3: Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną)	Wykład, zajęcia laboratoryjne	ocena zajęć laboratoryjnych	K1_U7
U4: Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błędzenia przypadkowego.	Zajęcia laboratoryjne	ocena zajęć laboratoryjnych	K1_U7
U5: Potrafi zastosować model propagacji rozkładów zmiennych losowych do szacowania rozrzutów wybranych parametrów układów elektronicznych.	Zajęcia laboratoryjne	ocena zajęć laboratoryjnych	K1_U7

Zespół autorski:

mgr inż. Lucjan Bryndza

dr hab. inż. Piotr Z. Wieczorek, prof. PW

Mikrokontrolery ARM Cortex (ARMC)

ARM Cortex microcontrollers

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów: *Przedmioty zaawansowane obieralne*

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obowiązkowy/obieralny*

Język przedmiotu: *polski/angielski*

Semestr nominalny: **2**

Minimalny numer semestru:

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:

- *Podstawy techniki mikroprocesorowej*
- *Programowanie mikrokontrolerów w języku C*
- *Technika mikroprocesorowa*

Limit liczby studentów: **30**

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest zapoznanie z architekturą mikrokontrolerów z rdzeniami ARM Cortex-M0,M3,M4,M7s Po zapoznaniu z podstawowymi informacjami o budowie i działaniu rdzeni firmy ARM o profilu dedykowanym dla mikrokontrolerów omawiane są przykładowe zastosowania. Głównymi elementami zajęć jest zapoznanie studentów z jednej strony z budową i możliwościami oraz ograniczeniami architektury ARM v6m/v7m z drugiej z strony, peryferiami dostępnymi w mikrokontrolerach bazujących na rdzeniach ARM, ich możliwościami oraz metodami konfiguracji. Praktyczne aspekty wykorzystywania mikrokontrolerów są analizowane podczas zajęć laboratoryjnych na przykładzie popularnej rodziny mikrokontrolerów jednoukładowych STM32.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

- Wprowadzenie, zarys historii oraz profile rdzeni firmy ARM, opis oraz porównanie różnych rdzeni opartych o architekturę ARMv6m/v7m (2h)
- Opis architektury ARMv7m, rejestry, tryby pracy, wyjątki procesora, koprocessor numeryczny, budowa stosu (3h)

- Peryferia zintegrowane z rdzeniem mikrokontrolera, kontroler przerwań NVIC, Timer SysTick, Jednostka ochrony pamięci MPU (3h)
- Lista instrukcji Thumb/Thumb2, podstawy assemblera (3h)
- Magistrale wewnętrzne, pamięć cache mikrokontrolera (2h)
- Narzędzia developerskie, kompilatory ze szczególnym uwzględnieniem GCC, środowiska IDE, systemy budowania, oprogramowanie middleware dostarczane przez producentów, narzędzia openSource (2h)
- Metody uruchamiania oprogramowania, narzędzia debugger OpenOCD/GDB, przykłady oprogramowania związane z rdzeniem mikrokontrolera (2h)
- Uruchamianie procesora (boot), omówienie podtypów rodziny STM32, zegar systemowy, pętla PLL, budowa portów GPIO (2h)
- Interfejsy szeregowo: UART, SPI, I2C, I2S (3h)
- Układy czasowo licznikowe ogólnego przeznaczenia, liczniki czuwające (2h)
- Systemy operacyjne czasu rzeczywistego przeznaczone dla mikrokontrolerów na przykładzie systemu ISIX-RTOS (2h)
- Przetworniki analogowo-cyfrowe i cyfrowo-analogowe (2h)
- Układ bezpośredniego dostępu do pamięci DMA (2h)

LABORATORIA:

Zajęcia laboratoryjne wykonywane są w zespołach jednoosobowych w oparciu o dedykowane pakiety dydaktyczne wyposażone w mikrokontrolery STM32 z zestawem układów peryferyjnych oraz narzędzi uruchomieniowych. Laboratorium umożliwia praktyczne zweryfikowanie wiedzy z zakresu obsługi wewnętrznych zasobów mikrokontrolerów opartych na architekturze ARMv6m/v7m, ich komunikacji z przykładowymi, urządzeniami zewnętrznymi oraz podstaw implementacji systemów operacyjnych.

Zajęcia obejmują podstawy poruszania się w środowisku uruchomieniowym VSCODE/GCC, inicjalizację mikrokontrolera i konfigurację oraz obsługę jego układów peryferyjnych takich, jak liczniki, system przerwań, sterownik DMA, przetwornik A/C i C/A, a także typowych urządzeń zewnętrznych, jak klawiatura, akcelerator, żyroskop, kompas., zewnętrzne przetworniki A/C i C/A, czujniki temperatury, ciśnienia, pamięć SD itp.

Tematy laboratoriów:

1. Zapoznanie się z narzędziami oraz środowiskiem programistycznym, uruchamianie oprogramowania oraz debugowanie, pierwszy projekt w Visual Studio Code / ARM-GCC
2. Zapoznanie się z obsługą portów GPIO mikrokontrolera z użyciem niskopoziomowych bibliotek Low Level API dostarczanych przez firmę ST, oraz bibliotekami niskopoziomowymi systemu ISIX. Zapoznanie się ze sposobem zgłaszania przerwań zewnętrznych z wykorzystaniem kontrolera EXTI.
3. Zapoznanie z zestawami ewaluacyjnymi STM32F411E oraz STM32F469I discovery, środowiskiem deweloperskim opartym o kompilator GCC oraz Visual Studio Code.

Uruchamianie i debugowania kodu w środowisku developerskim. Podstawowe funkcje API systemu ISIX przydatne podczas realizacji laboratoriów.

4. Konfiguracja portu szeregowego, oraz oprogramowanie portu szeregowego w trybie odpytywania oraz z wykorzystaniem systemu przerwań i kontrolera NVIC.
5. Obsługa magistral szeregowych I2C oraz SPI, sposoby komunikacji z przykładowymi układami MEMS: akcelerometr oraz żyroskop.
6. Systemy operacyjne czasu rzeczywistego na przykładzie systemu ISIX-RTOS. Działanie algorytmu szeregującego, tworzenia zadań (wątków), mechanizmy synchronizacji międzyprocesowej: semaforey, mutexy, zmienne warunkowe, kolejki komunikatów. Komunikacja pomiędzy przerwami, a zadaniami (wątkami)
7. Pomiary wartości skutecznej (RMS) z wykorzystaniem przetwornika A/C. Generowanie sygnałów analogowych z wykorzystaniem wbudowanego przetwornika C/A

Egzamin: nie

Literatura i oprogramowanie:

1. K. Paprocki, Mikrokontrolery STM32 w praktyce, BTC 2009
2. Lucjan Bryndza, Mikrokontrolery z rdzeniem ARM 9 w przykładach, BTC 2009
3. Lucjan Bryndza, LPC2000 mikrokontrolery z rdzeniem ARM 7, BTC 2009
4. Jacek Majewski, Programowanie mikrokontrolerów LPC2000 w języku C, pierwsze kroki, BTC 2009
5. Dane katalogowe i noty aplikacyjne firm ST, Atmel, NXP, Texas Instruments, Analog Devices, artykuły z czasopisma Elektronika Praktyczna opisujące budowę systemu ISIX-RTOS itd.

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2	-	2	-	(60h/sem)

*Należy wpisać wymiar godzinowy w tygodniu dla poszczególnych typów zajęć (modułów), np.
30h wykładu to 2h zajęć tygodniowo (czyli: W 2)*

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

*1. liczba godzin kontaktowych – 70 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratoriach 30 godz.*

udział w konsultacjach 10 godz.

*1. praca własna studenta – 35 godz., w tym
przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury
dodatkowej, próba rozwiązania zadań rachunkowych przekazanych na
wykładzie) 20 godz.,
przygotowanie do kolokwii 15 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 105 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,8 pkt ECTS, co odpowiada 40 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,2 pkt ECTS.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
<p>W1: Ma podbudowaną wiedzę ogólną na temat architektury ARMv6M ARMv7M obejmującą:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Budowę rdzenia • Zestawu dostępnych instrukcji dla poszczególnych rdzeni: Cortex-M0/M3/M4/M7 • Budowy wewnętrznych układów peryferyjnych zintegrowanych z rdzeniem. • Modelu programowego architektury oraz zestawu instrukcji 	Wykład,	Kolokwia	K1_W04
<p>W2: Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia służące do produkcji oprogramowania dla mikrokontrolerów ARM z następujących zakresów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • systemy kontroli wersji (SCM) • Zarządzanie kompilacją wielomodułowych projektów z wykorzystaniem narzędzi do budowania oprogramowania • Debugowanie oprogramowania przeznaczonego dla mikrokontrolerów • Zastosowanie zewnętrznych bibliotek dostarczanych przez producentów oraz openSource do realizacji skomplikowanych zagadnień programistycznych 	Wykład, laboratoria	Kolokwia, laboratoria,	K2_W04
<p>W3: Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę techniczną związaną z układami peryferyjnymi mikrokontrolerów jednoukładowych obejmujących:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porty wejścia-wyjścia • Układy czasowo-licznikowe • Kontrolery magistral szeregowych • Przetworniki analogowo – cyfrowe oraz cyfrowo-analogowe 	Wykład, laboratoria	Kolokwia laboratoria	K3_W04
<p>W4: Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę na temat systemów</p>	Wykład, laboratoria	Kolokwia laboratoria	K4_W04

<p>operacyjnych czasu rzeczywistego dedykowanych dla mikrokontrolerów należących do jednego z poniższych zakresów:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Działanie algorytmów szeregujących systemów operacyjnych czasu rzeczywistego • synchronizacja oraz komunikacja międzyprocesowa. • Tworzenia zadań systemu operacyjnego oraz podział poszczególnych części projektu na zadania systemu 			
UMIEJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi wybrać odpowiedni mikrokontroler w zależności od problemu, który powinien być zrealizowany.	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K1_U12
U2: Potrafi tworzyć oraz uruchamiać oprogramowanie w języku C/C++ dla mikrokontrolerów z wykorzystaniem dostępnych narzędzi OpenSource oraz środowisk IDE	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K2_U12
U3: Potrafi wykorzystać oraz oprogramować wewnętrzne układy peryferyjne mikrokontrolera potrzebne do realizacji określonego zadania.	Wykład, ćwiczenia, laboratoria	Kolokwia, laboratoria, egzamin	K3_U12
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K01: Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.	Laboratoria	Laboratoria	K1_K01

Zespół autorski:

dr inż. Marek Rupniewski

Modele i wnioskowanie statystyczne (MWS)
Statistical inference

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *wszystkie specjalności prowadzone na kierunku Elektronika*

Grupa przedmiotów:

- Przedmioty matematyczne specjalności SEW,
- Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności SZEiF, EIM,
- Przedmioty zaawansowane techniczne,
- Przedmioty techniczne

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny w grupie MAT*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: *2*

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: *podstawowy kurs prawdopodobieństwa, np. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka (RPR), Metody probabilistyczne i statystyka (MPS) lub Probabilistyka (PROBA)*

Limit liczby studentów: *45*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest przedstawienie wybranych zagadnień statystyki matematycznej mających zastosowanie we współczesnej technice i przemyśle. Tematyka przedmiotu obejmuje: estymację parametryczną i nieparametryczną, weryfikację hipotez statystycznych, analizę wariancji i regresji.*

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

Wykłady realizowane są w postaci klasycznej prezentacji przeplatanej pokazami analizy danych przeprowadzanej z wykorzystaniem języka R.

(2h) Wprowadzenie do zagadnień wnioskowania statystycznego i statystyki opisowej.

(2h) Podstawowe rozkłady zmiennych losowych oraz metoda momentów.

(2h) Wprowadzenie do programowania w języku R.

(4h) Estymatory największej wiarygodności. Zgodność, nieobciążoność i asymptotyczna normalność estymatorów. Informacja Fishera. Nierówność Cramera-Rao. Estymatory efektywne.

(2h) Estymacja przedziałowa. Rozkład chi kwadrat i t-Studenta.

(2h) Estymacja bayesowska. Rozkłady sprzężone.

(2h) Testowanie hipotez statystycznych w ujęciu Neymana-Pearsona. Testy najmocniejsze. Testy randomizowane.

(4h) Twierdzenie Pearsona. Testowanie zgodności rozkładu. Testowanie niezależności oraz jednorodności zmiennych losowych. Test Kołmogorowa-Smirnowa.

(2h) Porównywanie prób. Testy parametryczne i nieparametryczne.

(2h) Jądrowe estymatory gęstości.

(2h) Analiza wariancji. Metoda Bonferroniego.

(4h) Regresja liniowa i jej własności. Regresja logistyczna.

LABORATORIA:

Laboratoria realizowane w formie zajęć komputerowych z wykorzystaniem języka R i systemu RStudio. Zajęcia zgrupowane są w pięć 3-godzinnych bloków:

2. Elementy statystyki opisowej
3. Estymacja punktowa i przedziały ufności
4. Estymacja bayesowska
5. Testowanie hipotez statystycznych
6. Regresja liniowa i analiza wariancji

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. Rice John A., *Mathematical Statistics and Data Analysis*. 3rd ed. Belmont, CA: Duxbury Press, 2006,
2. Bartoszewicz Jarosław, *Wykłady ze statystyki matematycznej*, PWN, Warszawa 1996,
3. Klonecki Witold, *Statystyka dla inżynierów*, PWN, Warszawa 1999,
4. Dudley Richard, *18.443 Statistics for Applications, Spring 2009*. (Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare), <http://ocw.mit.edu/>
5. Zieliński Ryszard, *Siedem wykładów wprowadzających do statystyki matematycznej*, <http://www.impan.gov.pl/~rziel/7ALL.pdf>
6. Venables W. N., Smith D. M., *An Introduction to R*, <https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/R-intro.pdf>
7. Biecek Przemysław, *Przewodnik po pakiecie R*, GIS 2017, <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Biecek-R-basics.pdf>

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	2	-	1	-	(45h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym*
obecność na wykładach: 30 godz.,
udział w laboratoriach: 15 godz.,
udział w konsultacjach: 2 godz.

2. *praca własna studenta – 53 godz., w tym*
przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury
dodatkowej, próba rozwiązania zadań rachunkowych przekazanych na
wykładzie): 5 godz.,
przygotowanie do laboratoriów oraz przygotowanie sprawozdań z
wykonanych zadań: 30 godz.,
przygotowanie do egzaminu: 15 godz.,
egzamin: 3 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,9 pkt ECTS, co odpowiada 47 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. kontaktowych laboratorium oraz 30 godz. pracy własnej związanej z laboratorium.

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
student, który zaliczył przedmiot:			
WIEDZA			
W1: rozumie podstawowe parametry i właściwości modeli statystycznych	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_W01
W2: zna metody estymacji parametrów modeli statystycznych	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_W01
W3: zna podstawowe konstrukcje testów statystycznych	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_W01
W4: zna metody konstrukcji modeli liniowych	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_W01
UMIĘTNOŚCI			
U1: umie formułować zagadnienia analizy danych w języku statystyki matematycznej	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_U01, K1_U02
U2: potrafi skonstruować estymatory wybranych parametrów modeli statystycznych	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_U07, K1_U08,
U3: potrafi sformułować zagadnienie testowania hipotez statystycznych i wykonać odpowiedni test w wybranych pakiecie statystycznym	wykład, laboratoria	laboratoria, egzamin	K1_U07, K1_U08, K1_U10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K01: Jest gotów do krytycznej oceny swojej wiedzy i oraz aktywnego jej uzupełniania	laboratoria	aboratoria	K1_K01, K1_K02

Zespół Autorski:

Dr inż. Aleksander Werbowy

**Nanotechnologie (NAN)
(Nanotechnologies)**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Klasy programowe:

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny (tylko dla przedmiotów obowiązkowych): -

Minimalny numer semestru: *(1)*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *60*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *nowy program studiów II stopnia na kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: Celem wykładu jest zaprezentowanie stanu obecnego i perspektyw rozwoju nanotechnologii oraz związanych z tym problemów i ograniczeń, szczególnie w kontekście realizacji struktur przetwarzających informację. Prezentowane są produkty branży nanotechnologicznej. Dyskutowane są uwarunkowania fizyczne i technologiczne procesów umożliwiających wytwarzanie i obróbkę materiałów, struktur, przyrządów i układów w skali nanometrowej, tj. specyfika środowisk "clean-room", próżni oraz plazmy. Omawiane są również wybrane metody wytwarzania nanostruktur niskowymiarowych (np. techniki plazmowe, MBE, MOCVD, fotolitografia i jej modyfikacje, jak OPC, OAI, MPL, PSM, litografia immersyjna, EUV). Zadaniem projektu jest umożliwienie studentom pogłębienia wiedzy w zakresie szeroko pojmowanych nanotechnologii i nanonauk poprzez przygotowanie krótkiej prezentacji multimedialnej.

Treść kształcenia:

Informacje ogólne: W trakcie semestru zostaną przeprowadzone dwa 45-minutowe kolokwia, każde oceniane w skali 0-10 punktów. W takiej samej skali (0-10 punktów) oceniany będzie projekt. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie z kolokwiów i projektu łącznie minimum 50% + 1 (czyli 16) punktów.

Opis wykładu:

Wprowadzenie

Definicje nanotechnologii oraz wybranych dziedzin przez nie realizowanych (m.in. nanoelektroniki, elektroniki molekularnej, spintroniki i nanobiotechnologii). Dwie filozofie realizacji nanostruktur: "top-down" i "bottom-up".

Historia, stan obecny oraz perspektywy rozwoju nanotechnologii

Rys historyczny, przykłady już istniejących i przewidywanych zastosowań; główne trendy rozwojowe. Uwarunkowania ekonomiczno-społeczne.

Problemy i ograniczenia związane z redukcją rozmiarów struktur elektronicznych a przetwarzanie informacji

Ograniczenia klasyczne (technologiczno-konstrukcyjne) oraz fundamentalne (m.in. ziarnistość materii, termodynamika, efekty mezoskopowe i kwantowe, fundamentalne oddziaływania w przyrodzie).

Środowisko clean-room i środowisko próżni w technologiach elektronicznych i nanotechnologiach

Definicje, parametry i wielkości podstawowe. Elementy kinetycznej teorii gazów. Sposoby wytwarzania próżni i próżniomierze - klasyfikacja urządzeń, zasada działania oraz podstawowe parametry.

Środowisko plazmy w technologiach wytwarzania nanomateriałów, nanostruktur i kształtowaniu nanoobszarów

Stany skupienia materii. Plazma - definicje, parametry, charakterystyczne zjawiska. Korzyści wynikające z zastosowań plazmy w nanotechnologiach. Wybrane procesy nanotechnologiczne realizowane w środowisku plazmy (np. synteza i trawienie materiałów, płytka implantacja) i ich specyfika.

Technologie wytwarzania ultracienkich warstw (nanostruktury 1-wymiarowe)

Epitaksja - definicja, odmiany, specyfika. Wybrane zagadnienia związane ze wzrostem epitakcyjnym. Technologie fizycznego (PVD) a chemicznego (CVD) osadzania z fazy lotnej na przykładzie wybranych technik, np. epitaksji z wiązek molekularnych (MBE) i chemicznego osadzania z fazy lotnej przy użyciu związków metalo-organicznych MO CVD (oraz organo-metalicznych (OM CVD)) - definicje, cechy charakterystyczne, specyfika, wybrane zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne, kontrolowanie i przebieg procesów, wybrane modyfikacje. Wady i zalety omawianych technik - porównanie.

Sposoby odwzorowywania kształtów w skali nanometrowej (nanostruktury 2 i 3-wymiarowe)

Idea, możliwości i ograniczenia. Problemy związane z redukcją rozmiarów przy użyciu układów projekcyjnych – maksymalna rozdzielczość, zjawisko dyfrakcji i interferencji, kryteria Rayleigha i Abbego. Techniki litograficzne - fotolitografia klasyczna i jej modyfikacje, jak np.: litografia z korekcją efektów bliskości (OPC), litografia pozaosiowa (OAI), litografia z przesunięciem fazowym (PSM), litografia z wielokrotnym

odwzorowywanie m (MPL), litografia immersyjna. Fotolitografia w dalekim ultrafiolecie (EUV). Litografia elektronowa.

Laboratorium: (-)

Projekt: W trakcie zajęć projektowych studenci przygotowywać będą krótkie (~15 min.) referaty na zadane bądź samodzielnie zaproponowane, leżące w obszarze ich zainteresowań tematy, dotyczące szeroko rozumianych nanotechnologii i nanonauk.

Terminy zajęć zostaną ustalone w porozumieniu ze słuchaczami wykładu po rozpoczęciu semestru.

Egzamin: („nie”)

Literatura:

1. Materiały z wykładu i bieżąca literatura naukowa (*Nature, Science* itp.).
2. *"Springer Handbook of Nanotechnology (3rd rev. & ext. ed.)"*, B. Bhushan (ed.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2010).
3. *"Introduction to Nanoscience and Nanotechnology"*, Ch. Binns, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey (2010).
4. *"Nanoscience. Nanotechnologies and Nanophysics"*, C. Dupas, P. Houdy, M. Lahmani (eds.), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (2007).
5. *"Nanotechnology for Electronic Materials and Devices"*, A. Korokin, J. Labanowski, E. Gusev, S. Luryi (eds.), Springer (2007).
6. *"Mechanika kwantowa dla chemików"*, D.O. Hayward, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa (2007).

Oprogramowanie: (-)

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P
	2(30h)	-	-	1(15h) (45h)

Wymiar w jednostkach ECTS: (4)

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. liczba godzin kontaktowych – 52 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 0 godz.,
obecność na laboratorium 0 godz.,
udział w konsultacjach 22 godz.
2. praca własna studenta – 49 godz., w tym
przygotowanie do wykładu 14
godz., przygotowanie do ćwiczeń 0
godz.,
przygotowanie do laboratoriów 0 godz.,
przygotowanie do kolokwii 8 godz.,
wykonywania zadań projektowych 15 godz.,
przygotowanie sprawozdań (projekty i laboratoria) 12 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 101 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,06 pkt ECTS, co odpowiada 52 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,07 pkt ECTS, co odpowiada 0 godz. ćwiczeń laboratoryjnych i 27 godz. zadań projektowych.

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych kierunków rozwijających się w ścisłym związku z elektroniką.	Wykład/projekt	Kolokwium /ocena z projektu	K1_W02
W2: Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia w zakresie zaawansowanych materiałów i struktur mikroelektroniki i fotoniki.	Wykład/projekt	Kolokwium /ocena z projektu	K1_W03
W3: Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z wybranymi zagadnieniami z zakresu materiałów i nanotechnologii	Wykład/projekt	Kolokwium /ocena z projektu	K1_W04
W4: Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu elektroniki.	Wykład/projekt	Kolokwium /ocena z projektu	K1_W05
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.	Wykład/projekt	Ocena z projektu	K1_U01
U2: Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu elektroniki.	Wykład/projekt	Ocena z projektu	K1_U04
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K1:Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących	Wykład/projekt	Kolokwium	K1_K02

<p>osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.</p>		/ocena z projektu	
--	--	-------------------	--

Zespół autorski:

dr inż. Robert Łukaszewski

Rozproszone systemy pomiarowo-sterujące (RSPS)
*Distributed Measuring and Control Systems***Poziom kształcenia:** *II stopień***Forma i tryb prowadzenia przedmiotu:** *stacjonarna***Kierunek studiów:** *Elektronika***Specjalność:** *Elektronika i informatyka w medycynie***Grupa przedmiotów:** *Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM***Poziom przedmiotu:** *zaawansowany***Status przedmiotu:** *obieralny***Język przedmiotu:** *polski***Semestr nominalny:****Minimalny numer semestru:** *1***Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające:** *Systemy pomiarowe (SPOM)***Limit liczby studentów:** *40***Powód zgłoszenia przedmiotu:** *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika***Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest nabycie wiedzy przez studentów z zakresu zaawansowanych platform sprzętowych i programowych stosowanych w nowoczesnych RSPS, nabycie praktycznych umiejętności projektowania RSPS oraz integracji różnych nowoczesnych technologii programowych i sprzętowych w ramach systemu.

Treść kształcenia:

Pierwsza część wykładu wprowadza w tematykę i obejmuje m.in. definicje, klasyfikacje, struktury i architektury RSPS. Druga część poświęcona jest przedstawieniu standardów sprzętowych interfejsów komunikacyjnych i platform modułowych stosowanych w systemach pomiarowych, w tym: IEC-625, LXI, VXI, PXI, PXIe, PCI(e) DAQ, cDAQ, cRIO. Kolejna część poświęcona jest omówieniu przemysłowych RSPS w tym m.in. sieci przemysłowych i programowalnych sterowników automatyki. Dalej omawiane są możliwości wykorzystania w RSPS łącz radiowych, np. Bluetooth, ZigBee, WiFi oraz telefonii komórkowych. Czwarta część wykładu poświęcona jest omówieniu RSPS wykorzystujących sieci komputerowe. W tej części omawiane są ogólne schematy, definicje, klasyfikacje, architektury sieciowych RSPS, a także protokoły i technologie sieciowe. Ostatnia, największa część wykładu poświęcona jest oprogramowaniu RSPS w tym, głównie z wykorzystaniem specjalizowanych środowisk programowych LabVIEW, LabWindows/CVI i VEE.

Wykład:

Podstawy RSPS (2 h) - Zarys historyczny. Cechy i specyfika systemów rozproszonych. Cechy, specyfika i klasyfikacja systemów czasu rzeczywistego. Definicje, klasyfikacje, struktury i architektury RSPS. Zdefiniowanie głównych problemów przy projektowaniu RSPS (m.in. zależności czasowe, bezpieczeństwo). Tendencje rozwojowe w RSPS

Standardy sprzętowych interfejsów komunikacyjnych i platform modułowych stosowanych w systemach pomiarowych (3-5 h w zależności od zaawansowania słuchaczy) – Przedstawione zostaną podstawowe dane techniczne standardów IEC-625, LXI, VXI, PXI, PXIe, PCI(e) DAQ, cDAQ, cRIO, itp. Omówione zostaną struktury i organizacje magistrali, szyny i sygnały w tych standardach. Omówione zostaną cykle transmisji informacji i typowe sekwencje podstawowych operacji. Przedstawione zostaną funkcjonalności ww. standardów z uwagi na ich wykorzystanie w RSPS.

Przemysłowe RSPS (2 h) - Przedstawienie systemów przemysłowych wykorzystujących interfejsy szeregowy (np. RS-485) oraz dedykowanych sieci przemysłowych (np. DeviceNet, FieldBus, CAN, PROFIBUS). Omówienie zaawansowanych sterowników przemysłowych z wbudowanymi systemami czasu rzeczywistego klasy PAC (ang. Programmable Automation Controller), np: NI FieldPoint, NI CompactRIO. Przedstawienie przykładowych systemów.

Wykorzystanie sieci komputerowych w RSPS (2 h) - Definicje, ogólny schemat sieciowego RSPS. Architektury rozproszonych systemów sieciowych. Ogólne modele klienta i serwera RSPS. Klasyfikacje aplikacji w architekturze klient-serwer. Protokoły i technologie komunikacyjne w sieciowych RSPS, w tym: TCP/IP, ActiveX, DataSocket, OPC, SMTP, HTTP, Web Services. Wykorzystanie technologii internetowych do realizacji oprogramowania sieciowych systemów pomiarowych. Przedstawienie możliwości wykorzystania technologii internetowych do tworzenia oprogramowania RSPS (HTML, PHP, ASP, JAVA itp.). Przykłady internetowych RSPS.

Projektowanie RSPS z wykorzystaniem zintegrowanych środowisk programowych LabWindows, LabVIEW, LabVIEW NXG, VEE (10-12 h w zależności od zaawansowania słuchaczy) - Wstęp do języka G (LabVIEW). Przedstawienie środowisk LabWindows/CIV i VEE. Omówienie bibliotek (API) komunikacyjnych w zintegrowanych środowiskach programowych (m.in.: TCP/IP, ActiveX, DataSocket, OPC, SMTP, HTTP, shared variables, Web Services, Database Connectivity), przedstawienie przykładowych programów. Przedstawienie platformy LabVIEW Real Time i metodyki projektowania systemów z kontrolerami z systemami czasu rzeczywistego. Tworzenie oprogramowania na platformę NI CompactRIO. Omówienie sterowników programowych (API) do sprzętowych interfejsów programowych (np. VISA) oraz do przyrządów pomiarowych dostępnych w zintegrowanych środowiskach programowych (np. IVI).

Wykorzystanie łącz i systemów radiowych w RSPS (3 h) - Przedstawienie systemów wykorzystujących radiomodemy, Bluetooth i ZigBee (IEEE 802.15), WiFi (IEEE 802.11), telefonię komórkową. Omówienie przykładowych systemów oraz wyników badań. Przedstawienie problemów projektowych. Omówienie typowych architektur i struktur RSPS z łączami radiowymi. Omówienie wyników badań. Porównanie właściwości RSPS wykorzystujących różne technologie bezprzewodowe.

Projekt:

Zadania projektowe polegają na zaprojektowaniu RSPS przy użyciu środowisk programowych LabVIEW, LabVIEW NXG, LabWindows/CVI lub VEE; przyrządów pomiarowych z interfejsem IEC-625 lub LXI, kart akwizycji danych (DAQ) lub sterowników programowalnych klasy PAC (np. platforma CompactRIO). Realizacja typowego zadania projektowego wymaga stworzenia sieciowego oprogramowania RSPS w architekturze klient-serwer w wybranych środowiskach programowych oraz zaprojektowania interfejsu użytkownika dla przeglądarki internetowej lub dla urządzeń mobilnych. Zadanie pomiarowe polega na automatycznym pomiarze zadanej charakterystyki obiektu badanego z wykorzystaniem wybranych urządzeń pomiarowych. Oprócz realizacji algorytmu pomiarowego i warstwy komunikacyjnej projekt zawiera elementy programowej obsługi baz danych, plików lub pakietu MS Office. Studenci w czasie realizacji projektu poznają techniki programowania aplikacji sieciowych w środowiskach LabVIEW, LabVIEW NXG, LabWindows/CVI i VEE, a także nabywają umiejętności pracy zespołowej oraz integracji zaawansowanych technologii komunikacyjnych, informatycznych i sprzętowo-pomiarowych.

Egzamin: *tak*

Literatura i oprogramowanie:

1. G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg: "Systemy rozproszone. Podstawy i projektowanie", WNT, 1999
2. Hejn K., Leśniewski A., Systemy Pomiarowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2017
3. Chruściel M.: LabVIEW w praktyce, Wydawnictwo BTC, Legionowo, 2008, ISBN: 978-83-60233-32-0
4. Świsulski D.: Przykłady cyfrowego przetwarzania sygnałów w LabVIEW, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2014, dostępna online, Pomorska Biblioteka Cyfrowa: <http://pbc.gda.pl>, ISBN 978-83-7348-540-2
5. W. Nawrocki: "Rozproszone Systemy Pomiarowe", WKŁ, 2006
6. W. Winiecki, J. Nowak, S. Stanik: "Graficzne zintegrowane środowiska programowe do projektowania komputerowych systemów pomiarowo-kontrolnych". Wyd. MIKOM, Warszawa 2001
7. W. Winiecki: "Organizacja Komputerowych Systemów Pomiarowych", OWPW 2006.
8. National Instruments: LabWindows/CVI - Getting Started with LabWindows/CVI, October 2007, Austin, Texas, USA
9. National Instruments: LabVIEW - Getting Started with LabVIEW, June 2013, Austin, Texas, USA, <http://www.ni.com/pdf/manuals/373427j.pdf>
10. National Instruments: Getting Started With NI Products, dostępna online: <http://www.ni.com/getting-started/>, 2019, ISBN 978-83-7348-540-2
11. Keysight Technologies (Agilent Technologies): Agilent VEE Pro 9.0 & Agilent VEE Express 9.0 - Quick Start Guide, Printed in Malaysia, August 30, 2008
12. J. Barzykowski (red.): "Współczesna metrologia – wybrane zagadnienia", WNT 2004, rozdz. 7: W. Tlaga, W. Winiecki "Systemy Pomiarowe"
13. Opisy firmowe środowisk: LabWindows, LabVIEW (NI), VEE (Keysight)
14. Pomoc dostępna w środowiskach: LabWindows, LabVIEW, LabVIEW NXG, VEE
15. Materiały dostępne na stronach producentów oprogramowania i sprzętu: www.ni.com i www.keysight.com

Dodatkowa aktualna literatura oraz materiały pomocnicze mogą zostać przekazane w momencie omawiania zadań projektowych

Oprogramowanie: LabVIEW, LabVIEW NXG, LabWindows/CVI, VEE

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P	
	1,6	-	-	1,4	(45 h/sem.)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym:*
 - *obecność na wykładach 24 godz., obecność na zajęciach projektowych 9 godz., udział w konsultacjach projektowych 12 godz.*
2. *praca własna studenta – 57 godz., w tym:*
 - *przygotowanie do wykładów (przejrzenie materiałów z wykładu i literatury dodatkowej, próba implementacji przykładów przekazanych na wykładzie) 12 godz.,*
 - *przygotowanie do egzaminu 15 godz.*
 - *opracowanie programów do zadań projektowych i uruchomienie zaprojektowanych systemów 25 godz.*
 - *opracowanie dokumentacji do wykonanych zadań projektowych 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,8 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt ECTS (projekty – realizacja zadań i opracowanie dokumentacji).

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1: Student posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną z zakresu systemów pomiarowych, systemów wbudowanych, Internetu Rzeczy.	Wykład	Egzamin	K1_W03
W2: Student posiada wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu systemów pomiarowych, w tym rozproszonych.	Wykład	Egzamin	K1_W05
W3: Student zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu systemów pomiarowych, systemów wbudowanych i systemów sieciowych.	Wykład Projekt	Egzamin, Dokumentacja projektowa	K1_W06
UMIĘJĘTNOŚCI			
U1: Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, a także wyciągać wnioski w celu realizacji postawionego zadania projektowego.	Wykład Projekt	Egzamin Dokumentacja projektowa	K1_U01
U2: Student potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich – integrować wiedzę z obszarów: elektroniki i informatyki.	Projekt	Dokumentacja projektowa	K1_U09
U3: Student potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych technologii w zakresie elektroniki i jej zastosowań do projektowania rozproszonych systemów pomiarowo-sterujących.	Wykład Projekt	Egzamin Dokumentacja projektowa	K1_U11
U4: Student potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne w obszarach: systemów pomiarowych, systemów wbudowanych oraz Internetu Rzeczy.	Wykład Projekt	Egzamin Dokumentacja projektowa	K1_U12

Zespół Autorski:
dr inż. Zbigniew M. Wawrzyniak

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)
Sieci neuronowe i neurokomputery

Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)
Neural Networks and Neurocomputers

Kod przedmiotu (USOS)¹⁷:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)¹⁸:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Podstaw Elektroniki</i>
Koordynator przedmiotu:	<i>dr inż. Zbigniew M. Wawrzyniak</i>
Poziom przedmiotu:	<i>Zaawansowany specjalności</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>2</i>
Minimalny numer semestru:	<i>2</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>przedmioty dotyczące przetwarzania i analityki danych</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika, zmiana specjalności EiM Elektronika*

Cel przedmiotu:

Kształcenie studentów w zakresie najnowszych trendów metod uczenia maszynowego i analityki danych powstających w obszarze elektroniki przy zastosowaniu nowych form dydaktycznych – zajęcia zintegrowane.

Treść kształcenia:

¹⁷ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

¹⁸ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Informacje ogólne:

Systemy uczące się znajduje praktyczne zastosowanie w analityce danych wytwarzanych i obserwowanych np. w systemach pomiarowych i IoT, oraz w budowaniu modeli obliczeniowych dla zadań symulacji i prognozowania procesów, w tym w obszarze medycznym. Poznanie podstawowych zasad działania sieci neuronowych jako modeli obliczeniowych (data-based model), w porównaniu do modeli analitycznych, oraz wzorowanie się na ludzkich procesach neuronowych poszerza zakres stosowania modeli w zagadnieniach generujących duże ilości danych. Zajęcia zintegrowane będą miały na celu pokazanie studentom wybranych rozwiązań sieci neuronowych (wykład) oraz przećwiczenie w praktycznych przypadkach (zadanie problemowe w projekcie) ścieżki budowania wiedzy i umiejętności w zakresie analityki danych.

Opis wykładu:

Podstawy teorii statystycznych systemów uczących się - sztucznych sieci neuronowych, maszyn wektorów nośnych - jako efektywnych metod przetwarzania danych w celu klasyfikacji i modelowania złożonych zjawisk i procesów na podstawie obserwacji. Stosowanie skutecznych algorytmów i narzędzi oprogramowania w celu zaprojektowania optymalnych modeli, metody oceny generalizacji na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Zastosowania systemów uczących się w dziedzinach: medycyna, bioinformatyka, robotyka, rozpoznawanie obrazów, i innych inżynierskich.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

Machine learning issues have practical application in data analytics for generated and observed data, e.g., in measuring systems and IoT and building computational models for simulation and forecasting tasks, including those in the medical field. Understanding the basic principles of operation of human neural networks as computational models (data-based model), compared to analytical models, and modeling on neural processes broadens the application of models in issues generating large amounts of data. Classes combined with mini-project will show students selected neural network solutions (lecture) and practice in practical cases (tasks in the mini-projects) as the path of building knowledge and skills in data analytics. Fundamentals of the statistical theory of learning systems - artificial neural networks, support vector machines - as effective methods of data processing to classify and model complex phenomena and processes based on observations. The use of effective algorithms and software tools to design optimal models, methods of generalization evaluation based on virtual extreme cross-evaluation. Applications of learning systems are presented for medical, bioinformatics, robotics, image recognition, and other engineering problems.

Treści kształcenia:

Wykład:

- 1. Inspiracje neurobiologiczne: podstawowe informacje o funkcjonowaniu komórki nerwowej i układu nerwowego, model neuronu McCullocha i Pittsa jako jednostki przetwarzania informacji.*
- 2. Motywacje techniczne: opracowanie metod i narzędzi uczenia maszynowego do przetwarzania informacji niepełnej, zaszumionej lub niespójnej w celu rozwiązania tzw. trudnych zadań. Perceptron Rosenblatta jako pierwsza maszyna ucząca się na podstawie danych.*
- 3. Podstawowe pojęcia teorii uczenia: zbiór danych uczących, cel uczenia i funkcja celu, algorytm uczenia. System uczący się jako estymator, zbudowany na podstawie próby -*

zbioru uczącego. *Generalizacja jako cel uczenia i metody oceny generalizacji, wymiar VC (Vapnika-Červonenkisa), ocena krzyżowa. Uczenie nadzorowane i nienadzorowane oraz transdukcja.*

4. *Funkcje systemów uczących się: klasyfikacja (rozpoznawanie obiektów) i aproksymacja (modelowanie). Podstawy teoretyczne klasyfikacji: klasyfikacja Bayesa i metody funkcji dyskryminacyjnej. Sieć neuronowa perceptron wielowarstwowy jako uniwersalny system uczący się.*
5. *Gradientowe metody uczenia perceptronu wielowarstwowego (dobór parametrów): metoda propagacji wstecznej, metody gradientów sprzężonych, zmiennej metryki Levenberga-Marquardta. Testowanie jakości sieci: ocena krzyżowa, skrajna ocena krzyżowa (ang. leave-one-out) jako statystyka wpływu, wirtualna skrajna ocena krzyżowa jako idealne narzędzie oceny generalizacji i selekcji optymalnego systemu.*
6. *Podstawowe warunki poprawnej klasyfikacji: relacje między liczbą danych uczących, liczbą wielkości wejściowych i liczbą parametrów klasyfikatora (złożonością). Dylemat obciążenie-wariancja jako kryterium optymalizacji strukturalnej*
7. *Optymalizacja struktury sieci neuronowej: a) selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; b) dobór struktury modelu (liczby neuronów ukrytych) na podstawie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej. Ocena jakości sieci neuronowej: wyznaczenie przedziałów ufności wielkości wyjściowej. Ocena jakości klasyfikacji: krzywa ROC.*
8. *Sieci neuronowe z lokalnymi funkcjami aktywacji: sieć RBF (ang. radial basis function).*
9. *Maszyna wektorów nośnych jako klasyfikator z maksymalnym marginesem. Uczenie jako problem optymalizacji z ograniczeniami. Metody numeryczne maszyny wektorów nośnych: algorytm SMO (ang. sequential minimal optimization). Maszyny z jądrem nieliniowym do klasyfikacji i regresji. Metody optymalizacji stałej regularyzacji i parametrów jądra. Średniokwadratowa maszyna wektorów nośnych. Metody optymalizacji strukturalnej.*
10. *Uczenie częściowo nadzorowane (transdukcyjne) jako sposób optymalnego wykorzystania informacji zawartych w zbiorze danych.*
11. *Sieć Kohonena jako system uczący się bez nadzoru. Sieci ART i ARTMAP. Metody PCA i ICA. Modele uczące się metodą regresji postępującej z ortogonalizacją (ang. orthogonal forward regression).*
12. *Rekurencyjne systemy uczące się jako modele układów dynamicznych.*
13. *Przykłady zastosowań statystycznych systemów uczących się: wspomagana komputerem diagnostyka elektrokardiologiczna, rozpoznawanie obrazów, zadania biometryczne, prognozy na rynkach finansowych, analiza struktury białek, wykrywanie defektów w materiałach, rozpoznawanie sytuacji i planowanie trajektorii bezkolizyjnej robotów i samolotów bezzałogowych (dronów).*
14. *Nowe kierunki rozwoju: uogólnienia dla danych wejściowych w postaci liczb zespolonych, kwaternionów, tensorów i grafów. Wielopoziomowe systemy uczące się: hierarchiczna pamięć czasowa i metody uczenia głębokiego (deep learning).*

Projekt:

Zintegrowany projekt indywidualny bazujący na:

1. *Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami teorii sztucznych sieci neuronowych i statystycznej teorii uczenia.*
2. *Zapoznanie się ze środowiskiem programistycznym programu MATLAB i*

funkcjami pakietu *Neural Networks* lub bibliotek uczenia maszynowego w języku *Python*.

3. Opracowanie projektu wstępnego polegającego na zdefiniowaniu problemu, struktur danych oraz doboru środków programistycznych oferowanych przez wybrane środowisko.
4. Implementacja programu realizującego zadaną architekturę sieci neuronowej. Wykonanie obliczeń i przygotowanie raportu z analizy wyników pełnego procesu analitycznego.

Zadania merytoryczne:

- sieć neuronowa jako klasyfikator: selekcja zmiennych wejściowych metodą ortogonalizacji Grama-Schmidta; dobór liczby neuronów ukrytych i związek struktury sieci neuronowej z podziałem przestrzeni wejściowej na podzbiory odpowiadające klasom; zastosowanie wybranego algorytmu uczenia; wykonanie testu klasyfikatora; opracowanie wyników klasyfikacji w postaci krzywej ROC (ang. *Receiver Operation Characteristics*);
- sieć neuronowa jako aproksymator: zastosowanie wirtualnej skrajnej oceny krzyżowej do określenia optymalnej struktury sieci neuronowej - dobór liczby neuronów ukrytych; dobór parametrów sieci neuronowej najlepiej spełniających zasadę równoważnego wpływu na wyjście sieci na podstawie rozkładu wirtualnych błędów resztowych; analiza statystyczna wyniku - przedział ufności wyjścia sieci jako estymatora badanej funkcji; porównanie regresji neuronowej i wielomianowej.

Egzamin: „nie”

Literatura: (wpisać zestaw literatury do przedmiotu, to pole jest obowiązkowe)

- Prezentacje wykładowe, podawane dla danego wykładu jako jego integralna część prezentacji wykładowej.
- C. M. Bishop: **Pattern recognition and machine learning**. Springer, 2006.
- G. Dreyfus: **Neural Networks - Methodology and Applications**, Springer 2004.
- N. Cristianini, J. Shawe-Taylor: **Support Vector Machines**, Cambridge University Press, 2000.
- O. Duda, P. E. Hart, D. Storck: **Pattern Classification and Scene Analysis**, Wiley, 2001.
- J. Hertz, A. Krogh, R. G. Palmer: **Wstęp do teorii obliczeń neuronowych**, WNT, 1995.
- J. Koronacki, J. Ćwik: **Statystyczne systemy uczące się**, WNT, 2005.
- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction**, Springer, 2008.
- T. Kohonen: **Self Organizing Maps**, Springer, 2001.
- P. Roelants, D. Slater, G. Spacagna, V. Zocca: **Deep Learning. Uczenie głębokie z językiem Python. Sztuczna inteligencja i sieci neuronowe**, Helion, 2018.
- M. Szeliga: **Data Science i uczenie maszynowe**, Wydanie I, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.
- M. Szeliga: **Praktyczne uczenie maszynowe**, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019.
- Y. Bengio, A. Courville, I. Goodfellow: **Deep Learning Współczesne systemy uczące się**, Wydanie: 1, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019.
- O. Chapelle, B. Scholkopf and A. Zien (eds.): **Semi-Supervised Learning**. MIT Press, 2006.

- Wybrane artykuły z periodyków: IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Neural Computation, Neurocomputing, Neural Networks, NIPS - Neural Information Processing Systems, Journal of Machine Learning Research:
- S. Geman, E. Bienenstock, R. Duprat: **Neural Networks and Bias/Variance Dilemma**, Neural Computation 4, 1-58, 1992.
- G. Monari, G. Dreyfus: **Withdrawing an example from the training set: an analytic estimation of its effect on a non-linear parameterized model**, Neurocomputing 35, 195-201, 2002.
- G. Monari, G. Dreyfus: **Local Overfitting Control via Leverages**, Neural Computation 14, 1481-1506, 2002.
- I. Rivals, L. Personnaz: **Jacobian Conditioning Analysis for Model Validation**, Neural Computation 16, 401-418, 2004 .
- Y. Oussar, G. Monari, G. Dreyfus: **Reply to the Comments on "Local Overfitting Control via Leverages" in "Jacobian Conditioning Analysis for Model Validation" by I. Rivals and L. Personnaz**, Neural Computation 16, 419-443, 2004.

Oprogramowanie: *(wpisać używane oprogramowanie – o ile jest potrzebne)*

Matlab, Keras

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P
(2	0	0	1)

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *liczba godzin kontaktowych – 45 godz., w tym*
 - *obecność na wykładach 30 godz.,*
 - *udział w konsultacjach 15 godz.*
2. *praca własna studenta – 35 godz., w tym*
 - *przygotowanie do kolokwium 5 godz.,*
 - *wykonywania zadań projektowych 20 godz.,*
 - *przygotowanie sprawozdań (projekty) 5 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 80 godz., co odpowiada 4 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 3 pkt ECTS, co odpowiada 45 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2 pkt ECTS, co odpowiada 15 godz. zadań projektowych

Efekty kształcenia/uczenia się:

Efekty kształcenia/uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
Ma podstawową wiedzę w zakresie analizy danych oraz wiedzę istotną do modelowania i projektowania specyficznych systemów.	Wykład/projekt	raport	W01
Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie metodyki i technik programowania oraz teorii algorytmów, uczenia maszynowego i systemy wspierania diagnostyki medycznej	wykład	kolokwium	W03
Ma szczegółową wiedzę w jednym z obszaru - systemy komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej (architektury i oprogramowania uczenia maszynowego)	projekt	Raport /kolokwium	W04 W06
UMIĘJĘTNOŚCI			
Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie, przygotować prezentacją wyników	projekt	raport	U01 U02 U03
Potrafi porównać metody i algorytmy uczenia maszynowego stosując określone kryteria użytkowe.	projekt	raport	U04 U08
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.	projekt	raport	K02
Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	projekt	raport	K01

Autor: *dr hab. inż. Janusz Marzec, prof. uczelni*

Szumy i Zakłócenia w Aparaturze Elektronicznej (SZAЕ) **Noise and Interference in Electronic Apparatus**

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Elektronika i Informatyka w Medycynie*

Grupa przedmiotów: *Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM*

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *polski*

Semestr nominalny: -

Minimalny numer semestru: *1*

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: -

Limit liczby studentów: *30*

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami projektowania niskoszumnych, odpornych na zakłócenia układów elektronicznych. Wymaga to przekazania studentom umiejętności sprawnego posługiwania się rachunkiem szumów na etapie projektowania układu i zapoznania z zasadami zwalczania zakłóceń na wszystkich etapach procesu realizacji systemu elektronicznego.*

Treść kształcenia:

Wykłady:

Szumy

- *Terminologia, opis w dziedzinie czasu i częstotliwości. Fizyczne źródła szumów - szum cieplny, śrutowy. Szumy nadmiarowe (3h).*
- *Pasmo szumowe. Szumowa analiza schematów układów. Uniwersalny szumowy schemat zastępczy czwornika. Inne miary szumów - współczynnik szumów, zastępcza rezystancja i temperatura szumów (3h).*
- *Szumy elementów czynnych - tranzystory bipolarne i unipolarne. Szum diody. Szumy wzmacniaczy z wejściami różnych typów (2h).*
- *Całkowity zastępczy szum wejściowy - czujnik z bocznikowaną rezystancją, pojemnością i obwodem rezonansowym (2h).*
- *Pomiar szumów - metoda sinusoidalna i generatora szumów. Pomiar widma szumów (2h),*
- *Detekcja sygnału w obecności szumu. Sygnał fotonowy - tryb prądowy i impulsowy. Wzmacnianie lawinowe (2h).*
- *Wzmacniacz ładunkowy. Równoważny ładunek szumów. Zliczanie zdarzeń, pomiar amplitudy i czasu w obecności szumu. Chłodzone układy niskoszumne (2h).*

Zakłócenia

- *Pojęcie kompatybilności elektromagnetycznej. Taktyka zwalczania zakłóceń. Drogi przenikania zakłóceń - kanały sprzęgające. Metody opisu kanału sprzęgającego - teoria obwodów a teoria pola (4h).*
- *Ekranowanie. Zjawisko naskorkowości. Tłumienie odbiciowe i absorpcyjne. Szczeliny w ekranach (2h).*
- *Przewody - przenikanie składowej elektrycznej i magnetycznej. Kable ekranowane i linie transmisyjne (2h).*
- *Masa sygnałowa. Masa bezpieczeństwa. Definicje masy sygnałowej - ekwipotencjalna i prądowa. Typy systemów masy i zasady projektowania połączeń masy. Pętle połączeń masy - bariery izolacyjne i impedancyjne (4h).*
- *Zakłócenia w układach cyfrowych - odporność na zakłócenia i układ cyfrowy jako źródło zakłóceń. Odsprzęganie. Emisja zakłóceń różnicowych (asymetrycznych) i synfazowych (symetrycznych). Projektowanie płytek drukowanych z układami cyfrowymi(2).*

Ćwiczenia:

Początkowy fragment ćwiczeń rachunkowych poświęcony jest przypomnieniu i rozszerzeniu wiadomości uzyskanych w trakcie poprzedzających wykładów z układów elektronicznych i przyrządów półprzewodnikowych (czytanie schematów układów analogowych, obliczanie punktów pracy podzespołów, liczenie wzmocnienia i pasma wzmacniaczy).

Dalej, obliczane będą szумы prostych przykładów wzmacniaczy. Później realizowane będą obliczenia poziomu szumów i zakłóceń dla typowych sytuacji projektowych występujących przy projektowaniu układów elektroniki medycznej, układów elektroniki jądrowej, dużych systemów akwizycji danych w eksperymentach fizyki wysokiej energii.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

1. Ott H. W., *Electromagnetic Compatibility Engineering*, John Wiley & Sons, 2009 (dostępna w wersji elektronicznej w BG PW).
2. Vasilescu G., *Electronic Noise and Interfering Signals*, Springer, 2005 (dostępna z komputerów PW na <http://www.springerlink.com/content/x42474/?p=1a01cdd6f5344de8b8286a50667a0b16&pi=0>)
3. Ott H. W., *Noise reduction techniques in electronic systems*, A Wiley-Interscience Publication, 1988.
4. Motchenbacher C. D., Fitchen F. C., *Projektowanie elementów i układów elektronicznych niskoszumnych*, WNT, 1977.
5. Ott H. W., *Metody redukcji zakłóceń i szumów w układach elektronicznych*, WNT, 1979.
6. Hasse L., Spiralski L., *Szумы elementów i układów elektronicznych*, WNT, 1981.
7. Charoy A., *Zakłócenia w urządzeniach elektronicznych*, WNT, 1999.

Wymiar godzinowy zajęć:

Należy podać liczbę godzin w semestrze, np.:

W	C	L	P
30	15	-	-

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis): np.:

1. liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.
2. praca własna studenta – 55 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń i kolokwium 25 godz.,
przygotowanie do wykładów 15 godz.,
przygotowanie do egzaminu 15 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 102 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1,84 pkt. ECTS, co odpowiada 64 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,18 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń audytoryjnych plus 15 godz. przygotowań do ćwiczeń.

Efekty uczenia się:

Efekty uczenia się	Forma zajęć/technik a kształcenia	Sposób weryfikacji/ oceny	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
Student który zaliczył przedmiot:			
Wiedza			
W1: Ma szczegółową wiedzę w zakresie zjawisk fizycznych będących źródłem szumów	Wykład	Egzamin/kolokwium	K1_W01
W2: Ma wiedzę na temat sposobów opisu zjawiska szumów, szczególnie modelu uniwersalnego szumowego schematu zastępczego	Wykład	Egzamin/kolokwium	K1_W04 K1_W06
W3: Zna mechanizmy generowania zakłóceń, kanały propagacji zakłóceń i metody zwalczania zakłóceń w układach elektronicznych	Wykład/ćwiczenia	Egzamin	K1_W01 K1_W06
Umiejętności			
U1: Potrafi zaprojektować niskoszumny stopień wejściowy wzmacniacza	Wykład/ćwiczenia	Egzamin/kolokwium	K1_U07 K1_U08
U2: Umie obliczyć stosunek sygnał-szum wzmacniacza w dziedzinie częstotliwości i w dziedzinie czasu	Ćwiczenia	Egzamin/kolokwium	K1_U08 K1_U10
U3: Potrafi zaprojektować ekran od pola elektromagnetycznego	Wykład/ćwiczenia	Egzamin	K1_U14 K1_U16
U4: Potrafi zaprojektować PCB o dużej odporności na zakłócenia	Wykład/ćwiczenia	Egzamin	K1_U12 K1_U15

Zespół Autorski:
prof. ucz. dr hab. inż. Piotr Bogorodzki

NAZWA PRZEDMIOTU (jęz. polski)
TOMOGRAFIA REZONASU MAGNETYCZNEGO

Nazwa przedmiotu (jęz. angielski)
MAGNETIC RESONASE TOMOGRAPHY

Kod przedmiotu (USOS)¹⁹:

Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)²⁰:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Jednostka prowadząca:	<i>Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych</i>
Jednostka realizująca:	<i>Instytut Radioelektroniki i Technik Multimedialnych</i>
Koordinator przedmiotu:	<i>prof. ucz. dr hab. inż. Piotr Bogorodzki</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	<i>3-4</i>
Minimalny numer semestru:	<i>3-4</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Algebra, Metody numeryczne, Analiza, Podstawy programowania / Informatyczne systemy medyczne, Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, Podstawy technik obrazowych w medycynie</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>60</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu: modyfikacja programu studiów II stopnia na kierunku Inżynieria biomedyczna

Cel przedmiotu: (max 256 znaków)

Wykład dotyczy zastosowań zjawiska rezonansu jądrowego w medycynie, w szczególności w obrazowaniu medycznym. Zaznajaamia z technikami tworzenia i cyfrowego przetwarzania

¹⁹ Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI

²⁰ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

obrazu w tomografii rezonansu magnetycznego MRI (Magnetic Resonance Imaging) oraz polepszaniem jego wartości diagnostycznej.

Skrócony opis przedmiotu (max 1000 znaków):

W trakcie wykładu słuchacze zostaną zaznajomieni zarówno z samym zjawiskiem Jądrowego Rezonansu Magnetycznego jak i jego zastosowaniami do obrazowania morfologii i funkcji narządów wewnętrznych człowieka. Dodatkowo, na przykładzie sygnału rezonansu magnetycznego przekazywane są podstawowe umiejętności stosowania technik radiowych, procedur cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz zastosowań specjalizowanych układów do cyfrowego przetwarzania sygnałów - Digital Signal Processing.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

During the lecture, students will be familiar with both the phenomenon of Nuclear Magnetic Resonance imaging and its applications for imaging the morphology and functions of human internal organs. In addition, on the example of magnetic resonance signal students will learn the basic skills of using radio techniques, digital signal processing procedures and the use of specialized digital signal processing systems - Digital Signal Processing.

Treści kształcenia:

Wykład:

- 35. Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea pracy.*
- 36. Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.*
- 37. Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości .*
- 38. Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczo-odbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.*
- 39. Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków.*

40. Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.
41. Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.
42. Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.

Ćwiczenia: brak

Laboratorium:

Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:

- Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopolowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea.
- Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu.
- Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej.
- Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.

Projekt: brak

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

28. Joseph P. Hornak: The Basics of MRI; <https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/>
29. Richard B. Buxton: Introduction to Functional Magnetic Resonance Imaging: Principles and Techniques
30. Paul A. Bottomley, John R. Griffiths: Handbook of Magnetic Resonance Spectroscopy In Vivo: MRS Theory, Practice and Applications
31. Kamil Uludağ: fMRI: From Nuclear Spins to Brain Functions
32. S. Smith, Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists,
33. P.Bogorodzki, Zastosowanie metod tomograficznych do badania dynamiki procesów fizjologicznych, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Elektronika, 2011

Wymiar godzinowy zajęć: *(Należy podać liczbę godzin w semestrze)*

Formy prowadzonych zajęć	Wymiar godzinowy zajęć
Wykład	- 30
Ćwiczenia audytoryjne	-
Zajęcia Projektowe	-
Laboratoria	- 15
Zajęcia komputerowe	-
Seminaria	-
Lektoraty	-
Warsztaty – zajęcia zintegrowane	-
Zajęcia z wykorzystaniem technik kształcenia na odległość	-

Organizacja zajęć:

W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci pracują w zespołach pięcioosobowych pod kontrolą i opieką prowadzących. W symulacji numerycznej wykorzystywany jest system Windows i Visual Studio. Implementacja algorytmów rekonstrukcji jest realizowana w systemie Linux i środowisku Matlab. Wykorzystywany jest tomograf rezonansu magnetycznego ze stałym magnesem.

Wymiar w jednostkach ECTS: **3**

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

11. *liczba godzin kontaktowych – 47 godz., w tym
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na laboratorium 15 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.*
12. *praca własna studenta – 43 godz., w tym
przygotowanie do laboratorium 13 godz.,
przygotowanie do egzaminu 3
0 godz.*

Łączny nakład pracy studenta wynosi 90 godz., co odpowiada 3 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: *1,57 pkt. ECTS, co odpowiada 47 godz. Kontaktowym*

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: *0,98 pkt. ECTS w tym 15 godz. zajęć laboratoryjnych plus 13 godz. przygotowania do laboratorium*

Wymagania wstępne:

Wymagana jest znajomość algebry i analizy na poziomie akademickim, umiejętność programowania w stopniu umożliwiającym implementację prostych algorytmów.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²¹	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
POB_W01	zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego	wykład	egzamin pisemny	W_01 W_02
POB_W02	zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów	wykład	egzamin pisemny	W_04
POB_W03	w pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_01 W_04
POB_W04	zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących	wykład	egzamin pisemny	W_07
POB_W06	zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_04 W_06
POB_W05	ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych	wykład laboratorium projekt	egzamin, zadania laboratoryjne	W_01
UMIĘJĘTNOŚCI				
POB_U01	potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_01 U_02 U_03 U_11
POB_U02	potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_02 U_03 U_08
POB_U03	potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych	laboratorium	zadania laboratoryjne, sprawozdanie	U_02 U_07 U_10
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				

²¹ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

POB_K01	potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców	laboratorium projekt	obserwacja, ocena aktywności podczas zajęć	K_02
---------	---	-------------------------	---	------

Zespół Autorski: dr inż. Tymon Rubel

UCZENIE MASZYNOWE W BIOINFORMATYCE**Machine learning in bioinformatics**Kod przedmiotu (USOS)²²:Grupa/Grupy przedmiotów (USOS)²³:

Przedmioty zaawansowane obieralne specjalności EiM

Poziom kształcenia:	<i>drugiego stopnia</i>
Forma studiów i tryb prowadzenia przedmiotu:	<i>studia stacjonarne</i>
Kierunek studiów:	<i>Elektronika</i>
Profil studiów:	<i>ogólnoakademicki</i>
Specjalność:	<i>Elektronika i informatyka w medycynie</i>
Koordinator przedmiotu:	<i>dr inż. Tymon Rubel</i>
Poziom przedmiotu:	<i>zaawansowany</i>
Status przedmiotu:	<i>obieralny</i>
Język prowadzenia zajęć:	<i>polski</i>
Semestr nominalny:	
Minimalny numer semestru:	<i>4</i>
Wymagania wstępne/zalecane przedmioty poprzedzające:	<i>Programowanie obiektowe / Analiza danych pomiarowych w medycynie, Sieci neuronowe w zastosowaniach biomedycznych, Inżynieria Genetyczna</i>
Dyskonta	
Limit liczby studentów:	<i>50</i>

Powód zgłoszenia przedmiotu:*Modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika***Cel przedmiotu:** (max 256 znaków)*Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z metodami eksploracji danych i uczenia się maszyn, znajdującymi zastosowanie w bioinformatyce.***Skrócony opis przedmiotu** (max 1000 znaków):²² Kod przedmiotu uzupełnia Dziekanat WEiTI²³ W przypadku nowego programu studiów grupy przedmiotów wprowadza Dziekanat WEiTI, w innym przypadku grupy przedmiotów, do których ma należeć zgłoszony przedmiot podaje koordynator przedmiotu

Przedmiot skupia się na omówieniu szerokiego zakresu używanych w bioinformatyce metod uczenia maszynowego, ze szczególnym uwzględnieniem tych, które znajdują zastosowanie w analizie danych uzyskiwanych z nowoczesnych technik pomiarowych biologii molekularnej: sekwencjonowania nowej generacji, mikromacierzy, ilościowego PCR i spektrometrii mas. Zaprezentowane zostaną zarówno metody uczenia się bez nadzoru, jak i algorytmy działające w sposób nadzorowany. Istotnym elementem wykładu będą również zagadnienia związane z opisem statystycznym danych, przetwarzaniem wstępnym i redukcją wymiarowości, a także wnioskowaniem o funkcjach badanych biomolekuł na podstawie wyników analizy.

Skrócony opis przedmiotu w języku angielskim (max 1000 znaków):

The objective of the course is to provide a comprehensive description of machine learning methods used in bioinformatics. The lecture is mainly focused on the analysis of data from modern high-throughput experimental techniques, including next-generation sequencing, qPCR, microarrays and mass spectrometry. The most relevant approaches to both supervised and unsupervised learning will be presented. The course covers also topics related to data preprocessing, dimensionality reduction, and methods for the functional analysis of biological experimental results.

Treści kształcenia:

Treść wykładu

- 43. Wprowadzenie do bioinformatyki. Podstawowe cele bioinformatycznej analizy danych w biologii molekularnej i naukach medycznych.*
- 44. Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa i właściwości biomolekuł (DNA, RNA i białek). Ekspresja genów. Pojęcia genomu, transkryptomu i proteomu. Zdefiniowanie obszarów badań genomiki, transkryptomiki, proteomiki oraz omówienie ich roli w badaniach podstawowych i medycynie.*
- 45. Wysokowydajne techniki pomiarowe biologii molekularnej (sekwencjonowanie nowej generacji, mikromacierze, ilościowy PCR, spektrometria mas) jako przykładowe źródła danych dla analiz bioinformatycznych. Charakterystyka danych z wielkoskalowych badań biologicznych i omówienie ogólnego schematu ich przetwarzania.*
- 46. Metody statystycznego opisu i wizualizacji danych o dużej wymiarowości. Przetwarzanie wstępne danych oraz eliminacja wpływu niebiologicznych źródeł zmienności. Redukcja wymiarowości (na przykładzie PCA) i jej znaczenie dla procesu przygotowania danych wejściowych dla algorytmów analizy statystycznej i uczenia się maszyn.*
- 47. Uczenie się maszyn: definicja i związki z innymi dziedzinami nauki. Rodzaje uczenia się, ze szczególnym uwzględnieniem podziału pod kątem sposobu wykorzystania informacji trenującej: techniki nadzorowane i nienadzorowane, uczenie ze wzmocnieniem. Główne klasy problemów, do rozwiązywania których używa się uczenia maszynowego. Obszary zastosowań metod uczenia się maszyn w bioinformatyce.*
- 48. Zadanie klasyfikacji. Zdefiniowanie problemu i podstawy teoretyczne. Klasyczne metody statystyczne: gaussowskie klasyfikatory Bayesa (QDA, LDA) i ich naiwne wersje (DQDA, DLDA). Metoda K najbliższych sąsiadów (K-NN) jako przykład prostego klasyfikatora wywodzącego się z obszaru uczenia maszynowego.*

49. *Zaawansowane techniki klasyfikacji. Sieci neuronowe MLP (Multi-Layer Perceptron) – architektura, zasada działania i algorytmy uczenia. Metoda wektorów nośnych (Support Vector Machine, SVM).*
50. *Rodzaje i właściwości miar jakości klasyfikacji: dokładność, czułość, swoistość i pole pod krzywą ROC. Zdolność do uogólniania i problem nadmiernego dopasowania do zbioru uczącego. Ocena działania klasyfikatorów przy użyciu walidacji krzyżowej. Optymalizacja parametrów klasyfikatorów. Wybór cech maksymalizujących skuteczność klasyfikacji. Wzmacnianie klasyfikatorów.*
51. *Analiza skupień – grupowanie próbek i cech za pomocą algorytmów klasteryzacji. Miary niepodobieństwa obiektów opisywanych wektorami cech. Prezentacja różnych podejść do grupowania: algorytmy używające pojęcia centroidu (na przykładzie k-means), metody density-based (Jarvisa Patricka i DBSCAN), aglomeracyjna klasteryzacja hierarchiczna. Zastosowanie w analizie skupień samoorganizujących się sieci neuronowych uczonych przez współzawodnictwo.*
52. *Problem selekcji cech. Wyznaczanie grup cech (genów lub białek) o charakterystycznych wzorcach ekspresji przy wykorzystaniu metod redukcji wymiarowości i klasteryzacji. Użycie klasycznych i resamplingowych testów istotności do selekcji cech różnicujących grupy badanych próbek (z uwzględnieniem problemu korekcji pod kątem jednoczesnego testowania wielu hipotez).*
53. *Bioinformatyczne bazy danych i analiza funkcjonalna zbiorów genów i białek. Przegląd ogólnodostępnych repozytoriów bioinformatycznych. Wykorzystanie baz danych podczas interpretacji wyników eksperymentów biologicznych.*
54. *Podsumowanie i uwagi praktyczne. Jak efektywnie używać wiedzy zdobytej na wykładach w rzeczywistych analizach bioinformatycznych? Jak zamieniać problemy biologiczne lub eksperymentalne na zadania możliwe do rozwiązania metodami uczenia się maszyn? Jak wykorzystać uzyskaną wiedzę poza obszarem bioinformatyki?*

Ćwiczenia: brak

Laboratorium: brak

Projekt:

Celem projektu jest zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z badań biologicznych. Tematy zadań dotyczą samodzielnej implementacji jednej z omawianych na wykładzie technik uczenia maszynowego lub eksperymentalnego porównania właściwości różnych algorytmów przy wykorzystaniu gotowych implementacji. Projekt może zostać zrealizowany w dowolnym języku programowania, również przy użyciu środowisk typu R, Octave i Matlab.

Egzamin: tak

Literatura i oprogramowanie:

1. Krzyśko M., Wołyński W., Górecki T., Skorzybut M.: *Systemy uczące się*. WNT, 2008.
2. Cichosz P.: *Systemy uczące się*. WNT, 2007.
3. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J.: *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer Verlag, 2009.

4. Duda R. O., Stork D. G., Hart P. E.: *Pattern Classification*. Wiley, 2000.
5. Speed T.: *Statistical Analysis of Gene Expression Microarray Data*. Chapman & Hall/CRC, 2003.
6. D. P. Berrar, W. Dubitzky, M. Granzow: *A Practical Approach to Microarray Data Analysis*. Kluwer Academic Publishers, 2003.
7. P. C. Winter, G. I. Hickey, H. L. Fletcher: *Genetyka. Krótkie wykłady*. PWN, 2010

Wymiar godzinowy zajęć:	W	C	L	P
	30	-	-	30

Wymiar w jednostkach ECTS: 4

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

13. liczba godzin kontaktowych – 62 godz., w tym:
obecność na wykładach 30 godz.,
obecność na spotkaniach projektowych 30 godz.,
obecność na egzaminie 2 godz.

14. praca własna studenta – 50 godz., w tym:
przygotowanie do egzaminu 20 godz.,
realizacja zadania projektowego 25 godz.,
przygotowanie sprawozdania z zadania projektowego 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 112 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 2,21 pkt. ECTS, co odpowiada 62 godz. kontaktowym.

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 2,14 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. zajęć projektowych, 25 godz. wykonywania projektu i 5 godz. przygotowania sprawozdania z zadania projektowego.

Wymagania wstępne: podstawowa umiejętność programowania (sugerowanymi językami są Java, Python, C/C++) lub znajomość środowisk naukowo-programistycznych w rodzaju R, Matlab lub Octave.

Efekty uczenia się:

symbol efektu uczenia się	opis efektu uczenia się	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny) ²⁴	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA				
W01	<i>zna używane w bioinformatyce metody analizy statystycznej danych i techniki uczenia się maszyn</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>	<i>K1_W01</i>
W03	<i>zna nowoczesne metody pomiarowe stosowane w biologii molekularnej</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>	<i>K1_W02</i>
W04	<i>ma wiedzę o zastosowaniach bioinformatyki w diagnostyce medycznej</i>	<i>wykład</i>	<i>egzamin</i>	<i>K1_W04 K1_W 07</i>
UMIEJĘTNOŚCI				
U01	<i>potrafi samodzielnie zrealizować wybrany algorytm uczenia się maszyn lub w twórczo wykorzystać istniejącą implementację takiego algorytmu</i>	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>projekt, raport pisemny</i>	<i>K1_U14 K1_U16</i>
U02	<i>potrafi formułować i testować hipotezy z zakresu użycia metod uczenia się maszyn w diagnostyce medycznej</i>	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>projekt, raport pisemny</i>	<i>K1_U10 K1_U15</i>
U03	<i>posiada umiejętność pozyskania i właściwego wykorzystania danych z baz i repozytoriów bioinformatycznych</i>	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>projekt, raport pisemny</i>	<i>K1_U01</i>
KOMPETENCJE SPOŁECZNE				
KS01	<i>jest przygotowany do kreatywnej pracy w grupie w trakcie realizacji projektu programistycznego</i>	<i>zajęcia projektowe</i>	<i>projekt, raport pisemny</i>	<i>K1_K01</i>

²⁴ Sposoby weryfikacji uzyskania efektów uczenia się: egzamin pisemny, egzamin ustny, kolokwium pisemne, kolokwium ustne, test, sprawozdanie/raport pisemny, projekt, prezentacja, praca domowa, esej, wzajemna ocena przez uczestników zajęć, ocena aktywności podczas zajęć samoocena.

Zespół autorski:

dr hab. inż. Piotr Samczyński, prof. uczelni

dr inż. Artur Gromek

dr inż. Łukasz Maślikowski

mgr inż. Bartosz Dzikowski

**Cyfrowe przetwarzanie sygnałów z wykorzystaniem LabVIEW
(PSYL_ENG)**

Digital Signal Processing Techniques using LabVIEW

Poziom kształcenia: *II stopień*

Forma i tryb prowadzenia przedmiotu: *stacjonarna*

Kierunek studiów: *Elektronika*

Specjalność: *Systemy Elektroniczne i Wbudowane, Systemy Zintegrowanej Elektroniki i Fotoniki*

Grupa przedmiotów: *PZ, PZ-E, PZ-OTE*

Poziom przedmiotu: *zaawansowany*

Status przedmiotu: *obieralny*

Język przedmiotu: *angielski*

Semestr nominalny:

Minimalny numer semestru: **1**

Wymagania wstępne, zalecane przedmioty poprzedzające: **SYSY, PSY1, PSY2**

Limit liczby studentów: **48**

Powód zgłoszenia przedmiotu: *modyfikacja i unowocześnienie programu studiów dla kierunku Elektronika*

Cel przedmiotu: *The course aims to teach the fundamental theoretical and practical application problems related to advanced digital signal processing methods widely used in modern radar systems, radio, or telecommunications. The applications will be presented using LabVIEW environment. The course of LabVIEW programming language will be incorporated in the study to allow students effective implementation for signal processing algorithms and methods in that environment. The laboratory exercises will provide practical knowledge of signal processing algorithm implementation in the LabVIEW environment. After completing the course, students will have the possibility of taking a free CLAD exam (called Certified LabVIEW Associate Developer) certified by National Instruments (NI). In addition, each student participating in a course will receive a full version of the free student edition of LabVIEW. Students choosing this item should have a basic knowledge of signal processing theory and necessary digital signal processing skills.*

After the course, students will possess skills in LabView Graphical programming (G programming language) and the use of digital signal processing techniques in LabVIEW programming environment.

Treść kształcenia:

WYKŁADY:

- W1: Introduction to LabVIEW Environment (2h)
- W2: Troubleshooting and Debugging VIs (2h)
- W3: Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals (2h)
- W4: Modularity (Sub-VI) (2h)
- W5: Creating and Leveraging Data Structures (2h)
- W6: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (2h)
- W7: Using Sequential and State Machine Programming (2h)
- W8: Variables and race conditions (2h)
- W9: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops (2h)
- W10: Design Patterns (2h)
- W11: Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes) (2h)
- W12: File IO Techniques (1h)
- W13: Improving an Existing VI, Creating and Distributing Applications (1h)
- W14: Signal Processing in LabView (2h)
- W15: LabVIEW in Practical Applications (3h)
- W_Additional: Preparing to the CLAD Exam - Most Commonly Missed Topics on the CLAD (3h)

ĆWICZENIA – ZAJĘCIA O CHARAKTERZE CZĘŚCIOWO ZINTEGROWANYM:

Nie dotyczy

LABORATORIA:

- Lab 0: Introduction to LabVIEW Environment, Creating Your First Application - LabVIEW Fundamentals, Modularity (Sub-VI) (3h).*
- Lab 1: Creating and Leveraging Data Structures (Arrays, Clusters, Type Definitions) (3h).*
- Lab 2: Accessing Files and Hardware resources in LabVIEW (3h).*
- Lab 3: Creating variables, Using Sequential and State Machine Programming (3h).*
- Lab 4: Using Decision-Making Structures, Communicating Data Between Parallel Loops, Controlling the User Interface (VI Server Architecture, property nodes, invoke nodes), Design Patterns (3h).*
- Lab 5: Signal Processing techniques implementation in LabView (3h).*

PROJEKT:

The project consists of two parts:

1. *Mini-project (so-called warm-up): build in LabVIEW simple applications using digital signal processing*
2. *The main project, which consists of two parts:*
 - Part I. Definition of the subject and scope of the project. Algorithms definition and software structure.*
 - Part II. Final built in LabVIEW applications with software documentation.*

PSYL projects examples:

1. *Multi-channel signal spectrum analyzer*
2. *Sonar system for target detection*
3. *Features detection in optical images*
4. *PSK, FSK, QPSK modulations simulator*
5. *Audio signal processing*
6. *Radio- and tele-communication signals coder/decoder (e.g. DAB, DVB-T, GSM, UMTS, WIFI)*

Egzamin: *nie*

Literatura i oprogramowanie:

1. Marcin Chruściel, „LabVIEW w praktyce”, Wydawnictwo BTC, 2008.
2. Nesser Kehtarnavaz, „Digital Signal Processing System Design. LabVIEW-Base Hybrid Programming”, Elsevier 2014
3. Cory L. Clark, “LabVIEW Digital Signal Processing and Digital Communications”, The McGraw-Hill Companies, 2006
4. Thomas J. Bress, “Effective LabVIEW Programming”, NTS Press 2013
5. Tomasz P. Zieliński, „Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów – Od teorii do zastosowań”, WKŁ 2009
6. S. Lawrence Marple, Jr. „Digital Spectral Analysis with Applications”, Prentice-Hall, 1987
7. Dedicated materials developed by the authors' team as part of the LabView Academy program, based on the educational and training materials of National Instruments, such as: LabView Core 1, 2 i 3, LabView Performance, Advanced Architectures in LabView, LabView Object Oriented Programming, LabView Real-Time, LabView FPGA.
8. Software: LabVIEW 2020, LabVIEW NXG

Wymiar godzinowy zajęć:

W	C	L	P	
2,2	-	1,2	1	(66h/sem.)

30 hours of lectures + 3 hours of additional lectures preparing for the CLAD exam + 15 laboratory hours (scored) + 3 hours introductory laboratory hours (not scored) + 15 design hours

Total: 66 hours / semester

Należy wpisać wymiar godzinowy w tygodniu dla poszczególnych typów zajęć (modułów), np.
30h wykładu to 2h zajęć tygodniowo (czyli: W 2)

Wymiar w jednostkach ECTS: 5

Oszacowanie nakładu pracy studenta, 1 ECTS to ok. 25h nakładu pracy studenta w semestrze.
W tę wartość wlicza się czas przygotowania do zajęć, kolokwiów, realizację projektów, itp.
Przykładowe wyliczenie poniżej:

Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów kształcenia (opis):

1. *number of contact hours* – **61** hours, including
student presence at lectures **33** hours.,
number of laboratory hours **18** hours.,
Consultations with the teacher **10**
hours.

1. *student's own work* – **64** hours, including
preparation for lectures and laboratories (study materials from the lecture and additional literature, an attempt to solve the tasks given during the lecture), **20** hours.,
preparation for tests (colloquiums) **15**
hours, *mini-project preparation*: **5** hours,
Project part 1 preparation: **4** hours,
Project part 1 preparation: **20** hours.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 125 hours., which corresponds to 5 pkt ECTS.

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 1.32 pkt ECTS, which corresponds to 33 contact hours..

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 1,88 pkt ECTS, which corresponds 47 godz. (18 laborathory hours + 29 hours for project realization)

Zajęcia o charakterze praktycznym to projekty lub laboratoria, jeśli takie są to wpisujemy liczbę ECTS

Efekty uczenia się:

efekty uczenia się student, który zaliczył przedmiot:	forma zajęć/ technika kształcenia	sposób weryfikacji (oceny)	odniesienie do efektów uczenia się dla programu
WIEDZA			
W1:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_W01
W2:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_W02
W3:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria, częściowo projekt	K1_W03
W5:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria, częściowo projekt	K1_W05
W7:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria, częściowo projekt	K1_W07
UMIEJĘTNOŚCI			
U1:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U01
U2:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U02
U5:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria,	K1_U05

		częściowo projekt	
U7:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria, częściowo projekt	K1_U07
U9:	Wykład, laboratoria, projekt	Częściowo Kolokwia, częściowo laboratoria, częściowo projekt	K1_U09
U11:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U11
U14:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U14
U15:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U15
U16:	Wykład, laboratoria, projekt	Kolokwia, laboratoria, projekt	K1_U16
KOMPETENCJE SPOŁECZNE			
K01:	Laboratoria, Projekt	Laboratoria, Projekt	K1_K01