

Jednostka prowadząca: Wydział Techniczny

Kierunek studiów: Edukacja techniczno-informatyczna

Nazwa przedmiotu: Metody numeryczne i elementy sztucznej inteligencji

Charakter przedmiotu: kierunkowy, obowiązkowy

Typ studiów: inżynierskie I-go stopnia stacjonarne/niestacjonarne

Formy dydaktyczne i terminarz:

Forma przedmiotu	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Rok studiów/Semestr	II/4		II/4		
Liczba godzin w semestrze	30/15		30/9		
Forma zaliczenia	zal. na ocenę		zal. na ocenę		
Liczba punktów ECTS	2		3		

WYKŁAD

Wymagania wstępne:

Wymagane zaliczenie wykładu z przedmiotu Matematyka I.

Cele kształcenia:

Nauczenie podstawowych technik numerycznych i symbolicznych do rozwiązywania zadań obliczeniowych pojawiających się w analizie i symulacjach komputerowych typowych układów i typowych procesów technologicznych.. Nauczenie tworzenia i analizy symulacji komputerowych wyszczególnionych powyżej zadań, w oparciu o nauczone modele i algorytmy numeryczne oraz symboliczne, a także o narzędzia wybranych, zaawansowanych środowisk programistycznych do przetwarzania numerycznego, przetwarzania symbolicznego oraz ich wyspecjalizowanych pakietów. Głównym celem tego wykładu jest przedstawienie metod opartych o sztuczną inteligencję, a stanowiących podstawy najnowszych technologii komputerowych, wspierających procesy podejmowania decyzji i sterowania złożonymi procesami technologicznymi. W szczególności przedstawione zostaną następujące elementy sztucznej inteligencji: programowanie ewolucyjne i algorytmy genetyczne, podstawowe sieci neuronowe i elementarne sposoby ich uczenia, systemy ekspertowe i zastosowanie technik sztucznej inteligencji do konstrukcji systemów eksperckich. Istotnym celem tego wykładu jest stworzenie perspektywy do potencjalnych zastosowań metod sztucznej inteligencji w różnych zadaniach inżynierskich, a zwłaszcza w zadaniach sterowania złożonymi procesami różnej natury.

Metody dydaktyczne:

Zajęcia są prowadzone w formie wykładów opartych o przygotowane prezentacje multimedialne. Największy nacisk jest położony na ilustratywność i pogładowość przekazywanych treści matematycznych, co uzyskuje się poprzez staranny dobór przykładów, komputerowych animacji a także demonstracje działania komputerowych adaptacji przedstawianych na wykładzie algorytmów numerycznych. Wykładowca poprzez przygotowane wcześniej a wywoływane w trakcie wykładu sytuacje próbuje nawiązać bezpośredni kontakt ze słuchaczami w formie krótkotrwałych dyskusji co ma na celu bieżące monitorowanie poziomu przyswajania przez nich prezentowanego, i nieraz trudnego, materiału.

Zasady i kryteria zaliczenia:

Na postawie pisemnego testu, po uprzednim zaliczeniu zajęć laboratoryjnych. Wymagane jest przynajmniej 50% poprawnych odpowiedzi na pytania testu. Wiedza studenta może być także oceniona na podstawie rekomendacji osoby prowadzącej Laboratorium.

Treści programowe:

1. Metody Numeryczne:
Systemy arytmetyczne, konwersje. Arytmetyka komputerowa: zapis zmiennopozycyjny. Błędy procedur numerycznych, szacowanie błędów przybliżeń. Problem złożoności, zbieżności i stabilności procedur algorytmicznych.
2. Rozwiązywanie numeryczne równań nieliniowych i znajdowanie punktów ekstremalnych:
Wstęp: twierdzenia Rolle'a, rozwinięcia Taylora, postać reszt. Metody geometryczne: metoda bisekcji, metoda Reguła Falsi. Metody oparte o punkt stały: algorytm Newtona- Raphsona, metoda cięciw. Porównanie algorytmów, analiza błędów.
3. Zagadnienia numeryczne Algebry Liniowej:
Układy liniowe: ogólna teoria. Systemy typu Vandermonde. Metoda eliminacji Gaussa i algorytm Jordana. Metody iteracyjne: Jacobiego i Gaussa- Seidela. Metody rozkładu na iloczyn macierzy trójkątnych i zastosowania: obliczanie wyznaczników, obliczanie macierzy odwrotnej, analiza spektralna.
4. Zagadnienia interpolacji:
Interpolacja wielomianowa: wzór interpolacyjny Lagrange'a, szacowanie błędu. Wzór interpolacyjny Newtona. Interpolacja za pomocą funkcji sklepanych.
5. Zagadnienia aproksymacji:
Aproksymacje średniokwadratowe dyskretne. Aproksymacje średniokwadratowe ciągłe, układy ortonormalne.
6. Metody numeryczne dla równań różniczkowych zwyczajnych:
Podstawowe pojęcia, wyniki ścisłe. Metody różnicowe: ogólny wzór, szacowanie błędu przybliżenia, stabilność i zbieżność metody. Metoda całkowania Eulera. Metody typu Rungego-Kutty :zastosowania.
7. Modelowanie matematyczne i symulacje komputerowe:
Model matematyczny a rzeczywistość fizyczna. Modele matematyczne prostych układów mechanicznych i prostych obwodów elektrycznych w oparciu o podstawowe prawa mechaniki i elektromagnetyzmu oraz trudności z ich rozwiązywaniem. Tworzenie symulacji komputerowej, jej analiza i akwizycja otrzymywanych wyników. Algorytmy obliczeniowe stosowane w analizie i syntezie obwodów elektrycznych: przegląd. Ograniczenia i korzyści symulacji komputerowych.
8. Programowanie Ewolucyjne i Algorytmy Genetyczne:
Algorytmy genetyczne: zagadnienia optymalizacji ,optymalizacja globalna. Algorytm wyżarzania. Klasyczny algorytm genetyczny: reprezentacje osobników populacji, operatory mutacji, rekombinacji i selekcji. Przykłady i zastosowania. Strategie ewolucyjne i algorytm Strategii Ewolucyjnej.
9. Sztuczne Sieci Neuronowe:
Modele neuronu i perceptronu. Realizacje perceptronowe funkcji boolowskich. Jednokierunkowe sieci neuronowe: sieci propagacji wstecznej i sieci o radialnych funkcjach aktywacji. Uczenie nadzorowane sieci jednowarstwowych. Sieci wielowarstwowe i propagacja wsteczna błędu. Uczenie bez nadzoru metodą Hebba. Inne algorytmy uczenia. Zastosowania sieci neuronowych: klasyfikatory, pamięci asocjacyjne, klasyfikacja i rozpoznawanie obrazów. Zastosowania w automatyce i robotyce.
10. Systemy ekspertowe:

Klasyfikacja i reprezentacje wiedzy. Rachunek zdań i rachunek predykatów. Sieci semantyczne. Struktura modułowa systemu ekspertowego i mechanizmy działania systemów ekspertowych. Proste zastosowania i przykłady.

Literatura podstawowa:

1. Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J., *Metody Numeryczne*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982.
2. Stachurski M., *Metody numeryczne w programie Matlab*, Wydawnictwo. MIKOM, Warszawa 2003.
3. Demidowicz B.P., Maron I.A., *Metody numeryczne. tom 1. Analiza, algebra, metody Monte Carlo*, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1965.
4. Rutkowski L.; *Metody i techniki sztucznej inteligencji. Inteligencja obliczeniowa.*, PWN, Warszawa 2006.
5. Goldberg D.E., *Algorytmy genetyczne i ich zastosowania*, WNT, Warszawa, 2003.

Literatura uzupełniająca:

1. Baron B., *Metody numeryczne w Turbo Pascalu: 3000 równań i wzorów*, Helion, Gliwice, 1995.
2. Żurada J., Barski M., Jędruch W., *Sztuczne sieci neuronowe*, PWN, Warszawa 1996.
3. Mulawka J., *Systemy ekspertowe*, WNT, Warszawa 1996.
4. Yager R., Filev D., *Podstawy modelowania i sterowania rozmytego*, WNT, Warszawa 1995.
5. Białko M., *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*. Wydawnictwo Politechniki Koszalin, Koszalin 2005.
6. Dahlquist G., Bjorck A.; *Metody Numeryczne*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 1983.
7. Stoer J.; *Wstęp do metod numerycznych*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 1990.

Efekty kształcenia:

Student będzie posiadał znajomość elementarnych algorytmów matematycznych służących do rozwiązywania numerycznego często spotykanych w praktyce inżynierskiej zadań obliczeniowych, a także umiejętność ich adaptacji komputerowych do określonego środowiska programistycznego Octave lub Scilab (to są środowiska kompatybilne z jednym z najczęściej stosowanym w praktyce inżynierskiej środowiskiem Matlab). Po zakończeniu zajęć laboratoryjnych student będzie w stanie zbudować model matematyczny prostego zjawiska fizycznego, technologicznego, ekonomicznego etc. i przeprowadzić jego symulację numeryczną przy użyciu zaawansowanych narzędzi przetwarzania numerycznego i ich modułów symulacyjnych. Innym podstawowym efektem kształcenia będzie zdobycie pewnego poziomu rozumienia głównych idei związanych z implementacją komputerowa elementów sztucznej inteligencji takich jak: algorytmy genetyczne i programowanie ewolucyjne, elementarz sztucznych sieci neuronowych, tworzeniem systemów ekspertowych opartych o logikę Boola. Oczywiście bardzo ograniczone przez różnego rodzaju naturalne uwarunkowania (poziom przygotowania z matematyki, poziom zaawansowania z podstaw informatyki i języków programowania a w szczególności ograniczony czas realizacji programu) spowoduje, iż student zdobędzie tylko ogólną orientację w zagadnieniach dotyczących sztucznej inteligencji, a w szczególności jej zastosowań w nowoczesnych systemach wspomagania komputerowego pracy inżyniera w automatyce, robotyce etc. Zdobyta zaś wiedza może stanowić swojego rodzaju drogowskaz do dalszego pogłębiania wiedzy i kwalifikacji w tym tak aktywnie ostatnio rozwijającym się obszarze aktywności inżynierskiej.

Język wykładowy: polski

LABORATORIUM

Wymagania wstępne:

Wymagane zaliczenie wykładu z przedmiotu Matematyka I.

Cele kształcenia::

Praktyczna implementacja i testowanie poznanych metod numerycznych przedstawianych na wykładzie, w szczególności wdrożenie umiejętności zaprogramowania podstawowych procedur i algorytmów w środowiskach zaawansowanego przetwarzania numerycznego jakimi są Scilab i środowisko GNU Octave. Zapoznanie z podstawami technik symulacji prostych układów oraz elementarnych metod związanych z metodami sztucznej inteligencji w oparciu o zasoby modułu symulacyjnego Scicos_Scilab i wyspecjalizowane Toolboxy Scilaba. Nauczenie pisania skryptów do tworzenia własnych narzędzi analitycznych w używanych programach komputerowych.

Metody dydaktyczne:

Jednym z głównych zamierzeń prowadzonych zajęć laboratoryjnych jest próba efektywnego i interaktywnego opanowania podstaw aktywnej obsługi używanych zaawansowanych środowisk przetwarzania numerycznego :GNU Octave i przetwarzania symbolicznego : odpowiednie moduły środowiska Scilab a także wyspecjalizowanych bibliotek środowiska Scilab do ilustracji wprowadzanych pojęć tzw. Inteligencji Obliczeniowej w wymiarze: algorytmy genetyczne, sztuczne sieci neuronowe oraz elementy tzw . logiki rozmytej. Środowiska te zostały wybrane ze względu na ich prawie zupełną kompatybilność z dominującym w obliczeniach i symulacjach inżynierskich środowiskiem Matlab oraz ich dostępność .W tym celu szczególny nacisk jest położony na umiejętność adaptacji i implementacji w językach środowiskowych algorytmów numerycznych przedstawianych na wykładach do tej formy zajęć. Uczestnicy zajęć są zaopatrywani w obszerne materiały robocze do tych zajęć laboratoryjnych i zawierające szereg przykładowych i gotowych do użycia adaptacji w postaci kodów źródłowych. Łączna liczba programów przedstawianych uczestnikom tych zajęć do testowania i ulepszeń liczy grubo ponad 100 kodów przygotowanych przez prowadzącego zajęcia. Zadaniem studentów zaś jest uruchomienie, przetestowanie a także analiza kodu.

Zasady i kryteria zaliczenia:

Pozytywna ocena z co najmniej 60% ćwiczeń laboratoryjnych i sprawozdań. W trakcie trwania zajęć będą przeprowadzone 4 kolokwia, na podstawie których zostanie otrzymana ocena końcowa w postaci średniej ważonej. Wysoka ocena z Laboratorium może spowodować zwolnienie z testu końcowego do zaliczenia wykładu w trybie rekomendacji (próg zostanie określony na końcu semestru).

Treści programowe:

Ćwiczenia laboratoryjne obejmują:

1. zapoznanie się z zasobami systemowymi środowisk Octave i Scilab, w szczególności obsługa podstawowych solverów oraz poznanie zasad programowania w nich czyli tworzenie skryptów środowiskowych.
2. implementację algorytmów numerycznych omawianych na wykładzie w oparciu o języki programowania jak i wbudowane biblioteki gotowych procedur numerycznych środowisk Octave i Scilab.
3. Wyciągnięcie wniosków dotyczących: dokładności, zbieżności i stabilności prezentowanych metod numerycznych.

4. Zapoznanie się podstawami tworzenia i symulowania układów mechanicznych i elektrycznych w oparciu o zasoby środowiska Scilab. Zapoznanie się modułem Scicos programu Scilab.
5. Zapoznanie się i testowanie bibliotek specjalizowanych narzędzi do Metod Sztucznej Inteligencji środowiska Scilab.

Szczegółowy plan laboratorium:

1. Informacja o zajęciach. Pierwsze kroki w programie Octave i w programie Scilab.
2. Przetwarzanie danych macierzowych i elementy programowania. Elementy programowania w środowisku Octave i Scilab. Skrypty i funkcje środowiskowe. Narzędzia graficzne i ich obsługa.
3. Rozwiązywanie równań: układy równań liniowych i nieliniowych.
4. Opracowywanie wyników: interpolacje, aproksymacje średniokwadratowe, testowanie stabilności procedur numerycznych.
5. Równania różniczkowe zwyczajne: zagadnienia początkowe.
6. Zapoznanie ze modułem Scicos środowiska Scilab.
7. Tworzenie modeli prostych układów mechanicznych i symulacje (w Scicos).
8. Modele matematyczne układów elektrycznych i ich symulacje za pomocą modułu Scicos.
9. Zapoznanie się z toolboxem Artificial Neural Networks środowiska Scilab.
10. Testowanie narzędzi toolboxu ANN do zadań rozpoznawania obrazów.
11. Zapoznanie się z toolboxem Genetic Algorithms środowiska Scilab.
12. Testowanie narzędzi toolboxu AG środowiska Scilab.

Literatura podstawowa:

1. Stachurski M., *Metody Numeryczne w programie MATLAB*. Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 2003.
2. Zalewski A., Cegiełka R., *MATLAB – obliczenia numeryczne i ich zastosowania*. Wydawnictwo Nakom, Poznań 2001.
3. Król A., Mroczko J., *Pspice. Symulacja i optymalizacja układów elektronicznych*. Wydawnictwo. NAKOM, Poznań 1998.
4. Gielerak R., *Materiały do Laboratorium z Metod Numerycznych dla studentów KK*, materiały robocze dystrybuowane elektronicznie.

Literatura uzupełniająca:

1. Brzózka J., Dorobczyński L., *Programowanie w MATLAB*, Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 1998.
2. Mrozek B., Mrozek Z., *MATLAB 6, poradnik użytkownika*. Wydawnictwo PLJ, Warszawa 2001.
3. Yager R., Filev D., *Podstawy modelowania i sterowania rozmytego*, WNT, Warszawa 1995.
4. Białko M., *Sztuczna inteligencja i elementy hybrydowych systemów ekspertowych*. Wydawnictwo Politechniki Koszalin, Koszalin 2005.
5. Czajka M., *MATLAB* Wydawnictwo Helion, Gliwice 2005.

Efekty kształcenia:

Podstawowym efektem kształcenia będzie umiejętność wyboru i zastosowania odpowiedniego zestawu algorytmów i technik numerycznych do rozwiązywania typowych zadań obliczeniowych spotykanych w praktyce inżynierskiej. Słuchacz tego przedmiotu, po jego zakończeniu, będzie dysponował środkami do przeprowadzenia analizy numerycznej w postaci symulacji komputerowej szeregu zjawisk i procesów, zwłaszcza technik związanych z metodami symulacji i metodami sztucznej inteligencji. Znajomość narzędzi

graficznych i edytorskich, oferowanych przez zaawansowane środowiska przetwarzania numerycznego, umożliwi mu przygotowywanie profesjonalnych sprawozdań, raportów, czyli typowych dokumentów technicznych. Podstawowym efektem kształcenia będzie zdobycie pewnego poziomu rozumienia głównych idei związanych z implementacją komputerową elementów sztucznej inteligencji takich jak: algorytmy genetyczne i programowanie ewolucyjne, elementarz sztucznych sieci neuronowych, tworzeniem systemów ekspertowych opartych o logikę Boola i ich zastosowania w automatyce, robotyce etc. Będzie w stanie pisać samodzielnie adaptacje środowiskowe (w języku Octave lub Scilab) typowych algorytmów numerycznych do rozwiązywania pojawiających się w jego przyszłej praktyce zawodowej zadań obliczeniowych. Zdobyta wiedza stanowić będzie swojego rodzaju drogowskaz do dalszego pogłębiania wiedzy i kwalifikacji w tym tak aktywnie ostatnio rozwijającym się obszarze aktywności inżynierskiej.

Osoba(y) prowadząca(e):

prof. dr hab. Roman Gielerak, prof. zw.