**Nazwa przedmiotu:**

Metody Monte Carlo

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Marek Niewiński

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Elektronika

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne - zaawansowane

**Kod przedmiotu:**

MMC

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

Bilans nakładu pracy studenta:
udział w wykładach: 15 x 2 godz. = 30 godz.,
udział w zajęciach laboratoryjnych: 7 x 2 godz. + 1 godz. = 15 godz.,
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych (przeczytanie instrukcji, udział w konsultacjach): 7 x 1 godz. + 7 x 1 godz. = 14 godz.
przygotowanie do egzaminu (udział w konsultacjach, przeczytanie i analiza materiałów dydaktycznych udostępnionych w formie elektronicznej) oraz obecność na egzaminie: 1 godz. + 10 godz. +2 godz. =13 godz.
Łączny nakład pracy szacowany jest na: 30 +15 + 14 +13=72 w tym wymagający bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich: 30 + 15 + 1 +1 +2 = 49

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

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

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

**Wymagania wstępne:**

Student powinien posiadać:
podstawowe umiejętności programowania w języku C lub C++
podstawowe wiadomości z zakresu metod probabilistycznych

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Cele:
zapoznanie studentów z metodyką wykonywania symulacji komputerowych z użyciem liczb pseudolosowych,
zapoznanie studentów z podstawowymi algorytmami symulacji dla zespołów mikro kanonicznego, kanonicznego i wielkiego kanonicznego układów statystycznych,
ukształtowanie umiejętności krytycznej analizy uzyskanych wyników, w szczególności szacowania niepewności standardowej.

**Treści kształcenia:**

Streszczenie:
Wykład stanowi wprowadzenie do metod symulacyjnych znanych jako metody Monte Carlo. Stanowią one coraz powszechniej stosowane narzędzia do rozwiązywania nieraz bardzo złożonych problemów spotykanych w nauce i technice. Wspólną cechą metod MC jest próbkowanie wykorzystujące liczby losowe. Sposobom generacji tych liczb oraz testom właściwości ich generatorów poświęcona jest pierwsza część wykładu. W dalszej części przedstawione jest naturalne wykorzystanie metody do obliczania całek zwłaszcza wielowymiarowych, kiedy ujawnia się przewaga metody MC nad innymi metodami numerycznymi, szczególnie gdy zastosuje się omówione w wykładzie metody zwiększenia efektywności próbkowania. W dalszej części wykład przedstawia metody perkolacji, błądzenia przypadkowego oraz model Isinga wykorzystywane do badania zjawisk i procesów z różnych dziedzin wiedzy. Zarysowane zostały dalej metody symulowania zjawisk dyfuzji i transportu - fundamentalnych dla mikroelektroniki. Wykład zamyka krótki przegląd zastosowań metod MC w telekomunikacji, bioinżynierii, inżynierii materiałowej, medycynie, organizacji produkcji i handlu oraz statystyce i finansach.
Treść wykładu:
1) WPROWADZENIE i przypomnienie podstawowych pojęć z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej (3 godz.)
2) PODSTAWY METOD MONTE CARLO Generowanie liczb losowych . Przegląd generatorów liczb losowych (RNG) i pseudolosowych o rozkładach równomiernych. Właściwości RNG. (3 godz) Inicjacja RNG. Parametry. Uwagi o implementacji. Kryteria wyboru generatorów. Generacja rozkładów nierównomiernych i transformacje rozkładów równomiernych na zadane. Metody generacji RN o dowolnych rozkładach. Konstrukcja generatorów o zadanych rozkładach: dyskretnych, i ciągłych. Rozkłady wielowymiarowe (2 godz). Testowanie RNG (2 godz) Testy zgodności, testy zgodności z rozkładem statystyk, testy momentów, serii, kombinatoryczne. Pakiety testów statystycznych. Testy aplikacyjne.
3) METODY MC W OBLICZENIACH NUMERYCZNYCH Podstawowa idea metody MC: próbkowanie i całkowanie (2 godz). Zwiększenie efektywności obliczeń (2godz)
4) WYBRANE ZAGADNIENIA MODELOWANIA ZJAWISK I PROCESÓW METODĄ MC Model Perkolacji (2godz) Odniesienie do zjawisk rozprzestrzeniających się (modelowanie przesączania, przewodnictwa klejów, pożaru lasu, epidemii). Błądzenie przypadkowe Wprowadzenie do błądzenia jedno i dwuwymiarowego Przykłady: modelowanie ruchów Browna i dyfuzji. Gaz sieciowy. (2godz); Układy siatkowe i model Isinga. (2 godz) Rozwiązywanie zagadnień para i ferromagnetyków. Zagadnienia adsorpcji i formowanie skupisk (klasterów). Symulacyjne modelowanie procesów fizycznych. (4 godz)Wprowadzenie do modelowania zagadnień transportu i dyfuzji. Zastosowanie algorytmu Metropolisa w badaniach stanu równowagi statystycznej. Uwagi o organizacji i przebiegu eksperymentów statystycznych. Przegląd innych obszarów zastosowań metody MC (3 godz)
PODSUMOWANIE I EGZAMIN (2 godz)
Zakres laboratorium:
1)Implementacja wybranych algorytmów generacji liczb pseudolosowych z rozkładem równomiernym. Badanie szybkości działania zaawansowanych generatorów stosowanych w rzeczywistych aplikacjach.
2) Badanie właściwości generatorów liczb pseudolosowych w oparciu o testy statystyczne i aplikacyjne.
3) Generacja liczb losowych o wybranych rozkładach nierównomiernych.
4) Obliczanie wartości całek wielowymiarowych.
5) Badanie właściwości materiałów magnetycznych w oparciu o model Isinga.
6) Badanie procesów w oparciu o algorytm perkolacji.
7) Symulacja zjawiska dyfuzji w oparciu o model błądzenia przypadkowego.

**Metody oceny:**

Sprawdzenie efektów kształcenia realizowane jest przez:
ocenę wiedzy i umiejętności poprzez sprawdzenie poprawności wykonania zadań na zajęciach laboratoryjnych (każde zajęcia laboratoryjne składają się z kilku zadań przy czym przynajmniej połowa z nich musi być wykonana poprawnie by zajęcia uznać za zaliczone),
ocenę wiedzy wykazanej na egzaminie pisemnym (egzamin składa się z dwóch części: testowej (waga 1/3) i problemowej (waga 2/3)) bez możliwości korzystania z jakichkolwiek materiałów.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1) Wit R.: Metody Monte Carlo, Wyd. Politechniki Częstochowskiej, 2004.
2) Patrykiejew A.: Wprowadzenie do metody Monte Carlo, Wyd. UMCS, Lublin 1993.
3) Fishman G.S.: Monte Carlo Concepts, Algorithms and Applications, Springer-Verlag, NY, 1996
4) Gentle J.E.: Random Number Generation and Monte Carlo Methods, Springer-Verlag, NY, 2003.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.imio.pw.edu.pl/wwwvlsi/cad/teaching/mmc/index.html

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka MMC-W1:**

Ma uporządkowaną wiedzę na temat algorytmów generacji liczb pseudolosowych o dowolnych rozkładach ciągłych i dyskretnych

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-W2:**

Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych pojęć fizyki statystycznej (przestrzeń fazowa, rozkład prawdopodobieństwa dla stanów mikroskopowych) i rozumie ich związek z parametrami makroskopowymi układu fizycznego. Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów symulacji MC w zespołach mikro-kanonicznym, kanonicznym i wielkim kanonicznym.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-W3:**

Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych algorytmów symulacji MC wykorzystywanych przy modelowaniu transportu gazów (w tym gazu elektronowego w ciele stałym).

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-W4:**

Ma podstawową wiedzę na temat algorytmów redukcji niepewności wyników i potrafi je praktycznie zastosować.

Weryfikacja:

Egzamin, zajęcia laboratoryjne nr 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka MMC-U1:**

Posiada umiejętność oceniania jakość źródeł liczb losowych wykorzystując testy statystyczne i aplikacyjne.

Weryfikacja:

Egzamin, zajęcia laboratoryjne nr 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-U2:**

Posiada umiejętność poprawnego szacowania wartości niepewności obliczeń symulacyjnych (standardową i/lub złożoną )

Weryfikacja:

Egzamin, zajęcia laboratoryjne nr 4.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-U3:**

Posiada umiejętność praktycznego wykorzystania typowych modeli symulacyjnych tj. model Isinga, model perkolacji, model błądzenia przypadkowego.

Weryfikacja:

Egzamin, zajęcia laboratoryjne nr 5,6,7.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka MMC-U4:**

Potrafi wskazać ograniczenia stosowalności metod MC oraz krytycznie analizować uzyskane wyniki symulacyjne.

Weryfikacja:

Egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**