**Nazwa przedmiotu:**

Metody symulacyjne w telekomunikacji

**Koordynator przedmiotu:**

Halina TARASIUK

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Telekomunikacja

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

MEST

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

140

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

30 godzin - wykład
15 godzin - laboratorium
15 godzin - projekt
10 godzin - konsultacje i egzamin ustny
w sumie 70 godzin

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

15 godzin - ćwiczenia laboratoryjne
40 godzin - praca nad projektem
w sumie 55 godzin

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

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

**Wymagania wstępne:**

Od słuchaczy jest wymagana znajomość następujących zagadnień: podstawy rachunku prawdopodobieństwa, podstawy telekomunikacji oraz umiejętność programowania np. w języku C++.

**Limit liczby studentów:**

40

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z metodami symulacji systemów i sieci
w telekomunikacji. Badania symulacyjne stanowią obecnie niezwykle ważny element poznawczy zrozumienia działania systemów i sieci telekomunikacyjnych. Pozwalają one na przeprowadzanie eksperymentów dotyczących takich zagadnień jak poprawność działania, efektywność, skalowalność itd. W szczególności będą omawiane takie zagadnienia jak: definiowanie modeli symulacyjnych, przygotowanie programu symulacyjnego, przygotowanie eksperymentów symulacyjnych, zbieranie
i analiza statystyczna wyników symulacji. Studenci powinni umieć samodzielnie stworzyć oprogramowanie symulacyjne dla w miarę prostych systemów telekomunikacyjnych i umieć korzystać z profesjonalnych pakietów symulacyjnych takich jak OPNET czy też ns-2. Zdobyta wiedza
w zakresie symulacji systemów telekomunikacyjnych powinna umożliwić studentom na wnikliwe analizowanie różnych zagadnień z obszaru telekomunikacji. W szczególności, w oparciu o tę wiedzę, studenci będą mogli skutecznie wykonywać projekty w ramach innych przedmiotów telekomunikacyjnych oraz prac inżynierskich i magisterskich.

**Treści kształcenia:**

Treść wykładu:
Przedmiot obejmuje omówienie następujących zagadnień:
1. Wprowadzenie
a. Obszary zastosowania metod symulacyjnych w telekomunikacji
b. Rola badań symulacyjnych
c. Podstawowe dostępne pakiety symulacyjne
2. Podstawy tworzenia modeli symulacyjnych dla telekomunikacji
a. Symulacja zdarzeń
b. Podstawowe moduły symulacyjne
c. Tworzenie listy zdarzeń
3. Generowanie zdarzeń
a. Generatory liczb losowych
b. Generowanie wartości zmiennych losowych dla wybranych rozkładów prawdopodobieństw
4. Metody przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych
5. Analiza statystyczna wyników symulacji
a. Praktyczne zastosowanie rozkładu t-Studenta
b. Analiza wariancji
6. Modele symulacyjne dla prostych systemów masowej obsługi
7. Modelowanie złożonych systemów telekomunikacyjnych
a. Modelowanie ruchu
b. Modelowanie technik sieciowych
8. Zasady modelowania w pakiecie symulacyjnym OPNET
9. Zasady modelowania w pakiecie symulacyjnym ns-2
Zakres projektu:
Projekty będą dotyczyły różnych zagadnień związanych z modelowaniem symulacyjnym wybranych systemów telekomunikacyjnych. W szczególności, projekty będą dotyczyły tworzenia oprogramowania związanego z modelami teorii masowej obsługi, modelowania kanałów transmisyjnych, modelowania działania protokołów itd. W ramach projektu słuchacze stworzą własne modele symulacyjne, własne narzędzie symulacyjne (np. korzystając z języka programowania C++) oraz przeprowadzą badania symulacyjne, a także opracują otrzymane wyniki. Projekt kończy się raportem pisemnym.
Zakres laboratorium:
W ramach zajęć laboratoryjnych słuchacze przeprowadzą badania symulacyjne za pomocą następujących narzędzi: środowisko symulacyjne OPNET IT Guru Academic Edition, środowisko symulacyjne ns-2. Dla każdego narzędzia słuchacze przeprowadzą badanie dla prostego systemu kolejkowego, złożonego systemu kolejkowego oraz badanie dla łańcuchowej topologii sieciowej.
W szczególności realizowane są następujące ćwiczenia laboratoryjne: badanie modeli ruchu, badanie scenariuszy dla realizacji aplikacji VoIP, badanie scenariuszy dla realizacji aplikacji FTP.

**Metody oceny:**

Wykład: 2 kolokwia
Projekt: ocena trzech etapów realizacji projektu zakończonych raportami pisemnymi: model symulacyjny, program symulacyjny, analiza wyników i wnioski
Laboratoria: raport pisemny i odpowiedź ustna z realizacji każdego ćwiczenia
Egzamin ustny

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Averill M. Law, W. David Kelton, „Simulation Modeling and Analysis”, McGraw-Hill 2000, Third Edition.
2. George S. Fishman, “Discret-Event Simulation: Modeling, Programming, and Analysis”, Springer-Verlag, Berlin 2001.
3. William G. Bulgren, “Discret System Simulation”, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey 1982.
4. Eitan Altman and Tania Jimenez, NS-2 Simulator for beginners, Lecture notes 2003-2004, Univ. de Los Andes, Merida Venezuela and ESSI, Sophia-Antipolis, France, 2003.
5. Emad Aboelela, “OPNET IT Guru Academic Edition – Simulation Experiments Manual”.

**Witryna www przedmiotu:**

tnt.tele.pw.edu.pl

**Uwagi:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka T1A\_W03:**

Student, który zaliczył przedmiot zna wybrane podstawowe i złożone modele systemów dla sieci wielousługowych, takie jak (1) model rutera, (2) model mechanizmu szeregowania pakietów w ruterze, (3) model protokołu połączeniowego, (4) model protokołu sygnalizacji w sieci wielousługowej, (5) podstawowe modele ruchu w sieci wielousługowej.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka T1A\_W04:**

Student, który zaliczył przedmiot zna: (1) podstawy tworzenia modeli symulacyjnych w telekomunikacji, czyli zna technikę symulacji zdarzeniowej; (2) metody tworzenia listy zdarzeń; (3) generatory liczb losowych stosowane w symulacji zdarzeniowej; (4) metody przeprowadzania eksperymentów symulacyjnych; (5) modele symulacyjne dla prostych systemów masowej obsługi; (6) zasady modelowania złożonych systemów telekomunikacyjnych.

Weryfikacja:

kolokwium, egzamin, ćwiczenia laboratoryjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka T1A\_W07:**

Student, który zaliczył przedmiot zna: (1) metody przeprowadzania eksperymentów, (2) podstawowe techniki analizy statystycznej wyników symulacyjnych (analiza wartości średniej, analiza wariancji); (3) podstawowe narzędzia symulacyjne oraz zna zasady modelowania złożonych systemów telekomunikacyjnych dla tych narzędzi (narzędzia Opnet i ns-2)

Weryfikacja:

kolokwium, projekt, ćwiczenia laboratoryjne, egzamin ustny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U08, T1A\_U09:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi skorzystać z narzędzia symulacyjnego Opnet (wersja Academic Guru) oraz pakietu ns-2 dla rozwiązania zadanego problemu oraz opracować w formie raportu otrzymane wyniki wraz z wnioskami.

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01, K\_U06, K\_U09, K\_U10, K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.4.o

**Charakterystyka T1A\_U03:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi opracować pełną dokumentację stworzonego przez siebie modelu symulacyjnego, narzędzia symulacyjnego, uzyskanych wyników i opracowanych wniosków.

Weryfikacja:

projekt (etap I, etap II)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_14, T1A\_15:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe dla złożonego systemu kolejkowego (sieć węzłów IP QoS, w szczególności mechanizmy szeregowania pakietów w tych węzłach oraz strumienie pakietów dla przykładowych aplikacji QoS Internet. Student potrafi sam stworzyć narzędzie symulacyjne w oparciu o samodzielnie przygotowany model symulacyjny. Potrafi przeprowadzić weryfikację i walidację narzędzia oraz uzyskanych wyników.

Weryfikacja:

projekt (etap II)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o

**Charakterystyka T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U13, T1A\_14, T1A\_15:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi planować i przeprowadzać symulacje komputerowe dla prostego systemu kolejkowego M/M/1. Student potrafi sam stworzyć narzędzie symulacyjne w oparciu o samodzielnie przygotowany model symulacyjny. Potrafi przeprowadzić weryfikację i walidację narzędzia symulacyjnego, przeprowadzić badania symulacyjne oraz porównać otrzymane wyniki z wynikami analitycznymi.

Weryfikacja:

projekt (etap I)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_U10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o, III.P6S\_UW.2.o, III.P6S\_UW.3.o, III.P6S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka T1A\_K03:**

Student, który zaliczył przedmiot potrafi pracować w zespołach 2 osobowych w celu realizacji zadanego ćwiczenia laboratoryjnego. Uzyskane wyniki zależą od umiejętności współpracy przy rozwiązaniu zadanego problemu.

Weryfikacja:

ćwiczenia laboratoryjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka T1A\_K04:**

Student potrafi odpowiednio zaplanować proces realizacji projektu oraz ćwiczeń laboratoryjnych.

Weryfikacja:

projekt, ćwiczenia laboratoryjne

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**