**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy robotyki I

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Marek Wojtyra, prof. PW.

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Automatyka i Robotyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NK439

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. Liczba godzin kontaktowych: 50, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia – 30 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.
2. Praca własna studenta: 55 godzin, w tym:
a) praca nad przygotowaniem się do 2 sprawdzianów – 10 godz.,
b) rozwiązywanie zadań domowych – 15 godz.,
c) praca nad przygotowaniem się do egzaminu – 10 godz.,
d) przygotowanie się do zajęć, lektury uzupełniające – 20 godz.
Razem: 105 godzin – 4 punkty ECTS.

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

2 punkty ECTS – 50 godzin kontaktowych, w tym:
a) wykład – 15 godz.,
b) ćwiczenia – 30 godz.,
c) konsultacje – 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,8 punktu ECTS – 45 godzin, w tym:
a) udział w ćwiczeniach – 30 godz.,
b) rozwiązywanie zadań domowych – 15 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

1. Znajomość algebry, geometrii, analizy matematycznej w zakresie wykładanym na wcześniejszych latach studiów.
2. Znajomość mechaniki w zakresie wykładanym na wcześniejszych latach studiów.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

1. Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami i zagadnieniami z dziedziny robotyki.
2. Pozyskanie wiedzy i umiejętności dotyczących matematycznego opisu mechanizmów przestrzennych.
3. Zdobycie wiedzy i umiejętności z zakresu kinematyki manipulatorów – formułowanie i rozwiązywanie zadań kinematyki, wykorzystywanie jakobianu manipulatora, analiza konfiguracji osobliwych.
4. Pozyskanie wiedzy i umiejętności w obszarze planowania ruchu robotów – generowanie trajektorii, kształtowanie parametrów ruchu.
5. Zdobycie wiedzy i umiejętności dotyczących dynamiki manipulatorów – formułowanie i rozwiązywanie zadań dynamiki, algorytmizacja obliczeń.

**Treści kształcenia:**

Wykłady:
1, Podstawowe pojęcia z dziedziny robotyki, przegląd zastosowań robotów, typowe zagadnienia z dziedziny robotyki.
2. Matematyczny opis mechanizmów przestrzennych: algebraiczna reprezentacja wektora, macierz kosinusów kierunkowych, kąty i parametry Eulera, współrzędne jednorodne, parametry Denavita-Hartenberga.
3. Kinematyka manipulatorów: szeregowe i równoległe struktury manipulatorów, sformułowanie zadania prostego i odwrotnego kinematyki o położeniu, jakobian manipulatora, zadania kinematyki o prędkości i przyspieszeniu, konfiguracje osobliwe.
4. Planowanie ruchu robotów: zagadnienie planowania i wyznaczania trajektorii zadanej, kształtowanie parametrów ruchu, sterowanie ruchem, planowanie ruchu układów nieholonomicznych.
5. Statyka i dynamika manipulatorów: zasada mocy chwilowych, momenty bezwładności, pęd, kręt i energia członu sztywnego, równania Newtona-Eulera, sformułowanie zadania prostego i odwrotnego dynamiki, algorytm rozwiązywania zadań dynamiki dla manipulatorów.
Ćwiczenia:
1. Zadania rachunkowe dotyczące macierzy kosinusów kierunkowych.
2. Obliczenia z wykorzystaniem katów Eulera i parametrów Eulera.
3. Zastosowania parametrów Denavita-Hartenberga do opisu kinematyki manipulatorów.
4. Zadanie proste kinematyki dla manipulatora szeregowego. Obliczenia rekurencyjne.
5. Zadanie odwrotne kinematyki dla manipulatora szeregowego.
6. Rozwiązywanie zadań przygotowujących do sprawdzianu. Omówienie zadań domowych.
7. Sprawdzian cząstkowy z pierwszej części przedmiotu.
8. Zadania kinematyki dla manipulatorów równoległych.
9. Obliczanie jakobianu manipulatora, analiza konfiguracji osobliwych.
10. Wyznaczanie trajektorii prosto- i quasiliniowej. Kształtowanie profilu prędkości.
11. Statyka manipulatorów – wyznaczanie sił i momentów równoważących.
12. Obliczanie macierzy bezwładności oraz pędu, krętu i energii członów w ruchu przestrzennym.
13. Zadanie odwrotne dynamiki, algorytmizacja obliczeń dla potrzeb sterowania robotem.
14. Rozwiązywanie zadań przygotowujących do sprawdzianu. Omówienie zadań domowych.
15. Sprawdzian cząstkowy z drugiej części przedmiotu.

**Metody oceny:**

Ocenie podlegają prace domowe, dwa sprawdziany przeprowadzane w trakcie semestru oraz egzamin przeprowadzany podczas sesji. Szczegóły systemu oceniania są opublikowane pod adresem: http://tmr.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Angeles J., Fundamentals of Robotics Mechanical Systems, Springer (1997).
2. Craig J. J., Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Addison-Wesley (1986), W polskim przekładzie: Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie, WNT (1995).
3. Frączek J., Wojtyra M., Kinematyka układów wieloczłonowych. Metody obliczeniowe, WNT (2008).
4. Jezierski E., Dynamika robotów, WNT (2006).
5. Morecki A., Knapczyk J., Podstawy robotyki, WNT (1996).
6. Nikravesh P. E., Computer-Aided Analysis of Mechanical Systems, Prentice Hall (1988).
7. Tsai L.-W., Robot Analysis. The Mechanics of Serial and Parallel Manipulators, John Wiley & Sons (1999).
Dodatkowa literatura: materiały na stronie http://tmr.meil.pw.edu.pl (zakładka Dla Studentów).

**Witryna www przedmiotu:**

http://tmr.meil.pw.edu.pl/web/Dydaktyka/Prowadzone-przedmioty/Podstawy-robotyki-I

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK439\_W1:**

Student ma podstawową wiedzę na temat obszarów zastosowań współczesnej robotyki.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_W2:**

Student zna podstawy matematycznego opisu ruchu przestrzennego członu i układu członów.

Weryfikacja:

Pierwsza seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_W3:**

Student ma wiedzę na temat typowych struktur kinematycznych robotów.

Weryfikacja:

Druga seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_W4:**

Student ma wiedzę na temat kinematyki manipulatorów.

Weryfikacja:

Trzecia seria prac domowych, oba sprawdziany, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_W5:**

 Student ma wiedzę na temat dynamiki manipulatorów.

Weryfikacja:

Czwarta seria prac domowych, drugi sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK439\_U1:**

Student potrafi sklasyfikować struktury manipulatorów i dobrać odpowiedni do ich opisu model matematyczny.

Weryfikacja:

Prace domowe, oba sprawdziany, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_U2:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące ruchu przestrzennego członu.

Weryfikacja:

Pierwsza i druga seria prac domowych, pierwszy sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_U3:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące kinematyki prostej i odwrotnej manipulatorów.

Weryfikacja:

Druga i trzecia seria prac domowych, oba sprawdziany, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK439\_U4:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące dynamiki odwrotnej manipulatorów.

Weryfikacja:

Trzecia i czwarta seria prac domowych, drugi sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U05, AiR1\_U07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**