**Nazwa przedmiotu:**

Podstawy robotyki

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Marek Wojtyra, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Robotyka i Automatyka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

6

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

Godziny kontaktowe z nauczycielem (zajęcia): 75
Godziny kontaktowe z nauczycielem (konsultacje): 5
Przygotowanie się do zajęć: 15
Prace domowe: 15
Korzystanie z materiałów dodatkowych i pomocniczych: 10
Przygotowanie do sprawdzianów: 15
Przygotowanie do egzaminu: 10
SUMA: 145

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

3 ECTS – 80 h, w tym:
Zajęcia: 75 h
Konsultacje: 5 h

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3 ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 30h |
| Laboratorium:  | 30h |
| 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.
3. Znajomość zagadnień programowania w zakresie osiąganym na wcześniejszych latach studiów.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

C1. Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami i zagadnieniami z dziedziny robotyki.
C2. Pozyskanie wiedzy i umiejętności dotyczących matematycznego opisu mechanizmów przestrzennych.
C3. Zdobycie wiedzy i umiejętności z zakresu kinematyki manipulatorów – formułowanie i rozwiązy-wa¬nie zadań kinematyki, wykorzystywanie jakobianu manipulatora, analiza konfiguracji osobliwych, generowanie trajektorii, kształtowanie parametrów ruchu.
C4. Zdobycie wiedzy i umiejętności dotyczących dynamiki manipulatorów – formułowanie i rozwiązy-wanie zadań dynamiki, algorytmizacja obliczeń.
C5. Pozyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie programowania i obsługi współczesnych robotów przemysłowych.

**Treści kształcenia:**

Wykłady
Podstawowe pojęcia z dziedziny robotyki, przegląd zastosowań robotów, typowe zagadnienia z dziedziny robotyki.
Matematyczny opis mechanizmów przestrzennych: algebraiczna reprezentacja wektora, macierz kosinusów kierunkowych, kąty i parametry Eulera, współrzędne jednorodne, parametry Denavita-Hartenberga.
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.
Planowanie ruchu robotów: zagadnienie planowania i wyznaczania trajektorii zadanej, kształtowanie parametrów ruchu, sterowanie ruchem, planowanie ruchu układów nieholonomicznych.
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
Zadania rachunkowe dotyczące macierzy kosinusów kierunkowych.
Obliczenia z wykorzystaniem katów Eulera i parametrów Eulera.
Zastosowania parametrów Denavita-Hartenberga do opisu kinematyki manipulatorów.
Zadanie proste kinematyki dla manipulatora szeregowego. Obliczenia rekurencyjne.
Zadanie odwrotne kinematyki dla manipulatora szeregowego.
Rozwiązywanie zadań przygotowujących do sprawdzianu. Omówienie zadań domowych.
Sprawdzian cząstkowy z pierwszej części przedmiotu.
Zadania kinematyki dla manipulatorów równoległych.
Obliczanie jakobianu manipulatora, analiza konfiguracji osobliwych.
Wyznaczanie trajektorii prosto- i quasiliniowej. Kształtowanie profilu prędkości.
Statyka manipulatorów – wyznaczanie sił i momentów równoważących.
Obliczanie macierzy bezwładności oraz pędu, krętu i energii członów w ruchu przestrzennym.
Zadanie odwrotne dynamiki, algorytmizacja obliczeń dla potrzeb sterowania robotem.
Rozwiązywanie zadań przygotowujących do sprawdzianu. Omówienie zadań domowych.
Sprawdzian cząstkowy z drugiej części przedmiotu.

Laboratoria
Wiadomości wstępne nt. programowania robotów. Zasady BHP podczas pracy z robotem przemysłowym.
Podstawy programowania robotów KUKA (instrukcje ruchu).
Programowanie zaawansowane robotów KUKA (pętle, instrukcje warunkowe, obsługa urządzeń peryferyjnych).
Programowanie robotów Fanuc (instrukcje i programy ruchu, obsługa pozycjonera).
Programowanie ruchu z wykorzystaniem danych z systemu wizyjnego.
Programowanie i badanie charakterystyk chwytaka.
Sprawdzian zaliczeniowy – samodzielne zaprogramowanie robota.

**Metody oceny:**

(F – formująca, P – podsumowująca)
Fd1-Fd4 – oceny z prac domowych (cztery serie zadań),
Fs1-Fs2 – oceny ze sprawdzianów (dwa sprawdziany),
Fl1-Fl5 – oceny z ćwiczeń laboratoryjnych,
Fz – ocena zaliczeniowa z laboratorium (końcowy sprawdzian praktyczny),
P – ocena podsumowująca z egzaminu końcowego (z uwzględnieniem ocen formujących, wystawianych za prace domowe, sprawdziany i zajęcia w laboratorium).
Ocenie podlegają prace domowe, dwa sprawdziany przeprowadzane w trakcie semestru, praca na zajęciach laboratoryjnych 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. Siciliano B., Sciavicco L., Villani G., Oriolo G., Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer (2009).
2. Spong M. W., Hutchinson S., Vidyasagar M., Robot Modeling and Control, Wiley (2020).
3. Angeles J., Fundamentals of Robotics Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms, Springer (2014).
4. Siciliano B., Khatib O. (Eds.), Springer Handbook of Robotics, Springer (2016).
5. Jezierski E., Dynamika robotów, WNT (2006).
6. Frączek J., Wojtyra M., Kinematyka układów wieloczłonowych. Metody obliczeniowe, WNT (2008).
7. Dokumentacja techniczna robotów przemysłowych Kuka i Fanuc oraz urządzeń peryferyjnych.
8. 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 EW1:**

Student ma podstawową wiedzę na temat obszarów zastosowań współczesnej robotyki.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka EW2:**

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

Weryfikacja:

praca domowa, sprawdziany, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o

**Charakterystyka EW3:**

Student ma wiedzę na temat typowych struktur kinematycznych robotów.

Weryfikacja:

praca domowa, sprawdziany, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka EW4:**

Student ma wiedzę na temat kinematyki manipulatorów.

Weryfikacja:

praca domowa, sprawdziany, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka EW5:**

Student ma wiedzę na temat dynamiki manipulatorów.

Weryfikacja:

praca domowa, sprawdziany, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka EW6:**

Student ma wiedzę na temat programowania robotów przemysłowych.

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, sprawdzianu praktycznego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EU1:**

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

Weryfikacja:

prace domowe, sprawdziany, egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EU2:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące ruchu przestrzennego członu.

Weryfikacja:

prace domowe, sprawdzian, egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EU3:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące kinematyki prostej i odwrotnej manipulatorów.

Weryfikacja:

prace domowe, sprawdziany, egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EU4:**

Student potrafi wykonywać obliczenia dotyczące dynamiki odwrotnej manipulatorów.

Weryfikacja:

prace domowe, sprawdzian, egzamin

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

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EU5:**

Student potrafi przygotować robota przemysłowego do pracy bezpiecznej dla obsługi.

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczenia laboratoryjnego, końcowy sprawdzian praktyczny laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UO

**Charakterystyka EU6:**

Student potrafi zaprogramować zadaną sekwencję ruchów efektora robota przemysłowego.

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, końcowy sprawdzian praktyczny laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09, AiR1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EU7:**

Student potrafi zaprogramować współpracę robota przemysłowego z urządzeniami towarzyszą-cymi, w tym z systemem wizyjnym.

Weryfikacja:

zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych, końcowy sprawdzian praktyczny laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** AiR1\_U09, AiR1\_U15, AiR1\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, P6U\_U