



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy robotyki [S1AiR2>PR]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr inż. Jarosław Warczyński

jaroslaw.warczyński@put.poznan.pl

dr inż. Piotr Dutkiewicz

piotr.dutkiewicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z algebry liniowej (operacje na macierzach: dodawanie macierzy, mnożenie macierzy, transponowanie macierzy, odwracanie macierzy, pseudoinwersja macierzy), analizy matematycznej oraz z mechaniki ogólnej. Umiejętności: Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu objętego wymaganą wiedzą oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji. Kompetencje Społeczne: Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy z podstaw robotyki a w szczególności wiedzy związanej z robotami manipulacyjnymi w celu merytorycznego przygotowania do zagadnień związanych z dynamiką robotów oraz syntezą i analizą układów sterowania robotów. 2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych z matematycznym opisem kinematyki położenia oraz kinematyką różniczkową robotów manipulacyjnych.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie klasyfikacji, budowy i struktur kinematycznych, opisu matematycznego oraz zasad działania robotów manipulacyjnych; [K1\_W15]
2. orientuje się w aktualnym stanie oraz najnowszych trendach rozwojowych robotyki; [K1\_W21]
3. zna podstawowe metody stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań inżynierskich z zakresu kinematyki robotów manipulacyjnych; [K1\_W23]

Umiejętności:

1. pozyskiwać informacje z literatury, dokumentacji technicznych oraz innych źródeł także w języku angielskim; [K1\_U1]
2. wyznaczać modele matematyczne kinematyki manipulatora, a także wykorzystywać je do celów rozwiązywania podstawowych zadań związanych z programowaniem robota; [K1\_U11, K1\_U17]
3. potrafi sformułować specyfikację i identyfikację prostych zadań związanych z programowaniem robota manipulacyjnego: identyfikacja rzeczywistych parametrów kinematycznych ogniw manipulatora, identyfikacja narzędzia i wyznaczanie układu bazowego gniazda obróbczego; [K1\_U23]

Kompetencje społeczne:

1. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; [K1\_K5]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,

b) w zakresie ćwiczeń:

na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań i umiejętności rozwiązywania postawionych problemów,

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na sprawdzianie pisemnym z wykładu, który składa się z 5 zadań problemowych Z za które można uzyskać 25 punktów (po 5 punktów za zadanie) oraz testu wielokrotnego wyboru T składającego się z 11 pytań za które można uzyskać 22 punkty - ocena końcowa ustalana jest na podstawie ważonego wyniku  $W = T + 2 \cdot Z$  (ocena 3.0 wymaga uzyskania wyniku  $W = 36$  punktów). Sprawdzian może być zastąpiony rozbudowanym testem przeprowadzonym za pomocą platformy e-learning,

ii. ocenę wiedzy i umiejętności na podstawie indywidualnego omówienia wyników ze sprawdzianu pisemnego (dodatkowe pytania kontrolne),

b) w zakresie ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych ćwiczeń audytoryjnych oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

ii. ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

iii. ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją efektów kształcenia poprzez dwa pisemne sprawdziany.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,

ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

iii. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,

iv. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.

## Treści programowe

Program przedmiotu obejmuje podstawowe zagadnienia związane z robotyką: podstawowe definicje; struktury manipulatorów i ich klasyfikacja; opis położenia i orientacji bryły w przestrzeni 3D; kinematyka prosta manipulatora (notacje DH i ZDH); kinematyka odwrotna; kinematyka różniczkowa manipulatora a w tym jacobian geometryczny i analityczny; planowanie trajektorii ruchu manipulatora w przestrzeni zadania i w przestrzeni wewnętrznej.

## Tematyka zajęć

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Struktury manipulatorów i ich klasyfikacja:
  - i. stopnie swobody i rodzaje połączeń,
  - ii. odmiany łańcuchów kinematycznych manipulatorów,
  - iii. klasyfikacja manipulatorów,
  - iv. podstawowe definicje i parametry robotów przemysłowych.
2. Opis położenia i orientacji bryły w przestrzeni 3D:
  - i. definicja macierzy rotacji i jej właściwości,
  - ii. parametryzacja macierzy rotacji (parametryzacja z użyciem kątów Eulera: ZYZ, RPY; parametryzacja oś-kąt; parametryzacja kwaternionowa),
  - iii. składanie obrotów w przestrzeni 3D,
  - iv. przekształcenie jednorodne i jego właściwości,
  - v. składanie przesunięć i obrotów.
3. Kinematyka prosta manipulatora:
  - i. opis ogniwa - parametry Denavita-Hartenberga,
  - ii. schemat kinematyczny manipulatora - definicja diagramów,
  - iii. algorytmy rozwiązywania zadania kinematyki prostej - notacja DH,
  - iv. algorytmy rozwiązywania zadania kinematyki prostej - notacja ZDH,
  - v. przykłady rozwiązywania zadania kinematyki prostej.
4. Kinematyka odwrotna:
  - i. definicja problemu, warunek konieczny rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej manipulatora,
  - ii. strategie rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej,
  - iii. metoda geometryczna rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej,
  - iv. metoda algebraiczna rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej.
  - v. odprężenie kinematyczne,
  - vi. metody numeryczne rozwiązywania zadania kinematyki odwrotnej.
5. Kinematyka różniczkowa manipulatora:
  - i. pochodna macierzy rotacji,
  - ii. różniczkowanie wektorów położenia w układzie odniesienia i w układzie lokalnym,
  - iii. propagacja prędkości i przyspieszenia wzdłuż łańcucha kinematycznego w obu notacjach,
  - iv. jacobian geometryczny i analityczny manipulatora,
  - v. zadanie odwrotne kinematyki różniczkowej dla manipulatorów redundantnych i nieredundantnych.
6. Planowanie trajektorii ruchu manipulatora w przestrzeni zadania i w przestrzeni wewnętrznej.

Ćwiczenia audytoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych zajęć, na których studenci rozwiązują rachunkowe zadania obejmujące treści przekazywane na wykładzie. Na ćwiczeniach szczegółowo rozpatruje się struktury kinematyczne najpopularniejszych manipulatorów przemysłowych wraz z rozwiązaniem zadania kinematyki prostej i odwrotnej dla nich. Następnie analizuje się kinematykę różniczkową tych struktur a w szczególności jacobiany geometryczne i analityczne manipulatorów w połączeniu z określaniem osobliwości kinematycznych. Punkty osobliwe mają duże znaczenia w prawidłowym planowaniu ruchu manipulatora. Ponadto na ćwiczeniach rozwiązuje się zadania planowania trajektorii ruchu manipulatora we współrzędnych wewnętrznych i w przestrzeni zadania.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, prezentacje multimedialne
2. Ćwiczenia audytoryjne: rozwiązywanie zadań, studium przypadków,

## Literatura

### Podstawowa:

1. Wprowadzenie do robotyki. Mechanika i sterowanie, J.J. Craig, WNT Warszawa, 1993
2. Dynamika i sterowanie robotów, M.W. Spong, M. Vidyasagar, WNT, Warszawa 1997
3. Manipulatory i roboty mobilne. Modele, planowanie ruchu, sterowanie, K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000
4. Modelowanie i sterowanie robotów, K. Kozłowski, P. Dutkiewicz, W. Wróblewski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2003
5. Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów, praca zbiorowa pod red. Adama Moreckiego i Józefa Knapczyka, WNT, Warszawa 1993, 1999

### Uzupełniająca:

1. Modeling and Control of Robot Manipulators, Sciavicco, B. Siciliano, Springer-Verlag, London, 2000

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 125    | 5,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 62     | 2,50 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 63     | 2,50 |