



Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Podstawy robotyki przemysłowej, PG_00067495						
Kierunek studiów	Automatyka, cybernetyka i robotyka						
Data rozpoczęcia studiów	październik 2026 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2027/2028		
Poziom kształcenia	I stopnia - inżynierskie	Grupa zajęć			Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów Grupa zajęć powiązanych z prowadzonymi badaniami naukowymi w dziedzinie nauki związanej z kierunkiem - profil ogólnoakademicki		
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	4	Liczba punktów ECTS			2.0		
Profil kształcenia	ogólnoakademicki	Forma zaliczenia			egzamin		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki -> Katedra Sygnałów i Systemów						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr inż. Piotr Fiertek					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu	dr inż. Piotr Fiertek					
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30
	W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0						
Aktywność studenta i liczba godzin pracy	Aktywność studenta	Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów	Udział w konsultacjach		Praca własna studenta		RAZEM
	Liczba godzin pracy studenta	30	4.0		16.0		50
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest wprowadzenie studentów w zagadnienie stacjonarnych robotów przemysłowych. W ramach przedmiotu omówiona jest konstrukcja robotów: elementy przeniesienia napędu, rodzaje przekładni: śrubowa, planetarna, cykloidalna, falowa. Omawiane są rodzaje napędów: hydrauliczne, pneumatyczne oraz elektryczne. Studenci poznają budowę i zastosowanie różnych rodzajów narzędzi umieszczanych na robotach: chwytaki (mechaniczne, podciśnieniowe, magnetyczne), elementy wykonawcze w postaci np. głowic spawalniczych. W ramach przedmiotu przedstawiane są układy sensoryczne stosowane w robotach: czujniki wewnętrzne jak również czujniki zewnętrzne. Dużą część uwagi poświęcono systemom wizyjnym oraz zastosowaniom systemów w robotyce. Między innymi omówiono kamery 3D oraz ich zastosowanie. W ramach przedmiotu omawiane są aspekty związane z systemami bezpieczeństwa w automatyce przemysłowej z uwzględnieniem specyficznych uwarunkowań związanych z robotami przemysłowymi. W części matematycznej omawiany jest matematyczny opis kinematyki robotów, w szczególności związany z notacją Denavita-Hartenberga. Omawiane jest sformułowanie oraz rozwiązanie prostego i odwrotnego zadania kinematyki.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K6_W03] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu budowę i zasady działania komponentów i systemów związanych z kierunkiem studiów, w tym teorie, metody i złożone zależności między nimi oraz wybrane zagadnienia szczegółowe – właściwe dla programu kształcenia	Student definiuje zadanie kinematyki prostej i odwrotnej robotów stacjonarnych. Definiuje opis Denavita-Hartenberga dla manipulatora do rozwiązania zadania kinematyki prostej.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej
	[K6_W01] zna i rozumie w zaawansowanym stopniu matematykę w zakresie niezbędnym do formułowania i rozwiązywania prostych zagadnień związanych z kierunkiem studiów	Student wymienia i charakteryzuje przyczyny i etapy rozwoju robotów. Definiuje i klasyfikuje roboty przemysłowe. Charakteryzuje budowę manipulatorów przemysłowych. Opisuje podstawowe schematy kinematyczne. Charakteryzuje zespoły napędowe robotów przemysłowych, chwytaki i głowice technologiczne. Charakteryzuje metody zabezpieczania systemów zrobotyzowanych. Charakteryzuje sposoby zasilania robotów. Wymienia i charakteryzuje zadania układów sterowania robotów stacjonarnych.	[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej

<p>Treści przedmiotu</p>	<p>Treści przedmiotu - wykład Wykład (część matematyczna):</p> <p>1. Podstawowe pojęcia i definicje: robot, manipulator, pedipulator, maszyna cybernetyczne. Prawa robotyki. Rodzaje robotów i ich zastosowania. Generacje robotów. Schemat blokowy robota. Podstawowa klasyfikacja robotów przemysłowych. Najważniejsze parametry robotów. Rodzaje łańcuchów kinematycznych. Wyznaczanie liczby stopni swobody łańcucha kinematycznego. Pary kinematyczne: pryzmatyczna, obrotowa i inne. Symbole graficzne par kinematycznych. Liczba stopni swobody i klasa pary kinematycznej. Podstawowe struktury geometryczne robotów: kartezyjski, cylindryczny, sferyczny, PUMA, SCARA.</p> <p>2. Geometria analityczna w przestrzeni trójwymiarowej (3D) - przypomnienie. Układy współrzędnych: kartezyjski, cylindryczny, sferyczny. Układy prawoskrętne i lewoskrętne. Zasada obrotów w prawo - reguła prawego kciuka. Przeliczanie współrzędnych w różnych układach. Elementy rachunku wektorowego: iloczyn wektorowy, iloczyn skalarny i iloczyn mieszany wektorów.</p> <p>3. Opis obrotów elementarnych: macierze obrotów wokół osi X, Y, Z. Interpretacja obrotów wokół osi X, Y, Z: przechylenie, pochylenie i odchylenie efektora. Zasady obrotów układów kartezyjskich: obroty względem osi stałych i obroty względem osi bieżących. Uzyskiwanie żądanej orientacji układu kartezyjskiego: składanie obrotów metodą Eulera i metodą Cardana-Taita-Bryana. Możliwe sekwencje obrotów Eulera i obrotów Cardana-Taita-Bryana (kąty Eulera i kąty Cardana-Taita-Bryana). Podstawowe twierdzenie o związku obrotów wokół osi stałych i osi bieżących.</p> <p>4. Obrót wokół dowolnej osi: wyznaczanie macierzy obrotu oś-kąt. Analityczne własności macierzy obrotu i interpretacja wektorów kolumnowych w macierzy obrotu. Wzór Rodriguesa na obrót. Wyznaczanie parametrów obrotu na podstawie podanej numerycznie macierzy obrotu. Realizacja zadanego obrotu oś-kąt metodą składania trzech obrotów Eulera. Realizacja zadanego obrotu oś-kąt metodą składania trzech obrotów Cardana-Taita-Bryana. Efekt blokady przegubu - interpretacja z wykorzystaniem mechanizmu Cardana złożonego z trzech gimballi.</p> <p>5. Pojęcie kwaternionu. Podstawowe zasady algebry kwaternionów. Kwaternion w postaci algebraicznej i trygonometrycznej. Ogólna postać i własności kwaternionu obrotu. Obliczanie obrotów metodą kwaternionów. Składanie obrotów metodą kwaternionów. Wyznaczanie parametrów obrotu na podstawie współczynników kwaternionu obrotu. Wyznaczanie współczynników kwaternionu obrotu na podstawie macierzy obrotu oś-kąt. Wyznaczanie macierzy obrotu oś-kąt na podstawie współczynników kwaternionu obrotu. Realizacja obrotu opisanego kwaternionem metodą składania trzech obrotów Eulera. Realizacja obrotu opisanego kwaternionem metodą składania trzech obrotów Cardana-Taita-Bryana. Numeryczna interpolacja obrotu metodą kwaternionów.</p> <p>6. Pojęcie i własności współrzędnych jednorodnych. Ogólna macierz obrotu z translacją i jej własności. Uproszczona reguła mnożenia macierzy obrotu z translacją. Zasady składania obrotów i translacji - względem osi stałych i względem osi bieżących. Analiza kinematyczna manipulatorów: kinematyka prosta i odwrotna. Metoda Denavita-Hartenberga, zmienne złączone. Rozwiązywanie przykładowych zadań z kinematyki prostej i odwrotnej: manipulator płaski z dwoma parami obrotowymi, robot kartezyjski, robot cylindryczny, robot sferyczny, robot PUMA. Kinematyka odwrotna manipulatora nadgarstkowego.</p> <p>7. Podstawy dynamiki manipulatorów: opis trajektorii ruchu efektora w przestrzeni trójwymiarowej (3D). Równanie krzywej w przestrzeni - funkcja wektorowa. Elementy geometrii różniczkowej: różniczkowanie funkcji wektorowych, trójścian Freneta. Współrzędne naturalne: wektor styczny, wektor binormalny i wektor normalny. Wyznaczanie wektorów prędkości i przyspieszenia. Analiza przyspieszenia działającego na efektor: reprezentacja wektora przyspieszenia we współrzędnych naturalnych. Analiza obrotu efektora - wyznaczanie prędkości w ruchu obrotowym.</p> <p>Wykład (część opisowa):</p> <p>1. Budowa robotów: roboty o szeregowym i równoległym łańcuchu kinematycznym roboty Delta i platformy Stewarta. Płaskie manipulatory równoległe. Roboty monolityczne i modułowe.</p> <p>2. Konstrukcja mechaniczna: układy przekazywania napędu w ruchach regionalnych i lokalnych na przykładzie robota IRB-6 (rozwiązanie klasyczne). Przekładnie zębate, pasowe, śrubowe, śrubowe toczne, planetarne, falowe.</p> <p>3. Napędy robotów: zgrubne omówienie napędów hydraulicznych i pneumatycznych, zamiana ruchu liniowego na obrotowy, omówienie siłownika skokowo elektryczno-hydraulicznego. Omówienie robota BionicCobot firmy FESTO. Napędy elektryczne: silniki szczotkowe (obcowzbudny, kubkowy, dyskowy), silniki BLDC, silniki skokowe, napędy liniowe.</p> <p>4. Narzędzia robotów: rodzaje chwytaków (mechaniczne, podciśnieniowe, magnetyczne), układy</p>
--------------------------	---

	<p>przeniesienia napędów, chwytaki o elastycznych końcówkach chwytnych, chwytaki specjalne (Finray, Jamming gripper). Głowice spawalnicze. Sprzęgi efektorów na przykładzie sprzęgów firmy Schunk</p> <p>5. Układy sensoryczne: potencjometryczny pomiar przemieszczenia i obrotu. Selsyn pomiarowy (rezolwer), enkodery optyczne i magnetyczne, układy sensoryczne dotyku (w tym sztuczna skóra), czujniki ultradźwiękowe, triangulacyjne czujniki odległości</p> <p>6. Systemy wizyjne: opis składników systemu wizyjnego, zastosowanie systemów wizyjnych w robotyce, sposoby montowania kamer, model otworkowy kamery, kamera 2,5 D, kamery 3D, omówienie przykładowego systemu wizyjnego, sterującego zrobotyzowanym stanowiskiem spawania wymienników ciepła.</p> <p>7. Bezpieczeństwo: scharakteryzowanie urządzeń wchodzących w skład systemów bezpieczeństwa przemysłowych stanowisk zrobotyzowanych (wygradzenia, wyłączniki awaryjne, trójstanowe przyciski bezpieczeństwa, kurtyny świetlne, maty bezpieczeństwa, zamki bezpieczeństwa, przekaźniki bezpieczeństwa, listwy bezpieczeństwa, skanery bezpieczeństwa. Omówienie systemów bezpieczeństwa związanych z robotyką przemysłową: definiowanie stref bezpieczeństwa, wykrywanie kolizji, przeciwdziałanie wystąpienia kolizji, uelastycznianie osi robota, wykorzystanie złącz antykolizyjnych.</p>								
Wymagania wstępne i dodatkowe									
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sposób oceniania (składowe)</th> <th>Próg zaliczeniowy</th> <th>Składowa oceny końcowej</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Egzamin pisemny</td> <td>60.0%</td> <td>100.0%</td> </tr> </tbody> </table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Egzamin pisemny	60.0%	100.0%		
Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej							
Egzamin pisemny	60.0%	100.0%							
Zalecana lista lektur	<p>Podstawowa lista lektur</p>	<p>1. Craig J.: Wprowadzenie do robotyki. Mechanika i sterowanie. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa. 1993.</p> <p>2. Honczarenko J.: Roboty przemysłowe. Budowa i zastosowanie Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa: 2004.</p>							
	Uzupełniająca lista lektur	<p>2. Spong. M. W., Vidyasagar M.: Dynamika i sterowanie robotów. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. Warszawa. 1997.</p>							
	Adresy eZasobów								

Część matematyczna:

1. Obrót wokół osi $[0,6 ; 0,8 ; 0]$ o kąt $3,14$ /rad/ zrealizować jako obrót Eulera wg sekwencji Z-X-Z.
2. Podać oś i kąt obrotu realizowanego przez kwaternion obrotu ze współczynnikami $a=b=c=d=0,5$.
3. Wykazać, że składanie obrotu i translacji wokół tej samej osi nie zależy od kolejności tych operacji.
4. Wyznaczyć przyspieszenie styczne i przyspieszenie normalne efektora poruszającego się po linii śrubowej.
5. Metodą Denavita-Hartenberga opisać kinematykę robota SCARA. Rozwiązać zadanie kinematyki odwrotnej.

Część opisowa:

1. Podaj i scharakteryzuj poszczególne generacje robotów (3 generacje).
2. Podaj wady i zalety manipulatorów o równoległej strukturze kinematycznej.
3. Opisz budowę Platformy Stewarta. Jaki zakres ruchu może wykonywać platforma ruchoma? Podaj przykładowe zastosowania platformy Stewarta.
4. Do czego służą przekładnie śrubowe toczne? Z czego składa się przekładnia? Przedstaw na rysunku zasadę działania przekładni śrubowej tocznej.
5. Przedstaw budowę dwóch siłowników pneumatycznych, pozwalających uzyskać ruch obrotowy. Opisz zasadę działania.
6. Narysuj schemat blokowy (sterowania) serwonapędu z silnikiem z komutacją elektroniczną. Podaj znaczenie poszczególnych bloków na narysowanym schemacie.
7. Opisz zasadę działania silnika skokowego elektryczno-hydraulicznego.
8. Podaj i scharakteryzuj pięć typowych sposobów przeniesienia napędu chwytaka.
9. Podaj budowę i zasadę działania chwytaka podciśnieniowego? Kiedy stosowane są tego typu chwytaki?
10. Opisz zasadę działania rezystancyjnych czujników położenia (w ruchu liniowym i obrotowym).
11. Opisz budowę i zasadę działania przetwornika dotyku typu sztuczna skóra.
12. Podaj elementy wchodzące w skład systemu wizyjnego. Podane elementy krótko scharakteryzuj.
13. Wymień i krótko scharakteryzuj typowe obszary zastosowań systemów wizyjnych w robotyce.
14. Podaj budowę i zasadę działania kamery 3D.
15. Wymień i krótko scharakteryzuj sposoby odseparowania operatora od strefy niebezpiecznej.
16. Do czego służy przycisk trójstanowy? Opisz sytuacje, w których jest wykorzystywany.

	<p>17. Wymień podstawowe aparaty wchodzące w skład systemu bezpieczeństwa.</p> <p>18. Co to są maty bezpieczeństwa? Opisz zasadę działania oraz podaj przykłady ich wykorzystania.</p> <p>18. Opisz mechanizm działania kurtyny świetlnej? Kiedy się ją stosuje? Opisz przypadek, w którym zastosowanie kurtyny świetlnej może być niewystarczające.</p> <p>19. Wymień i opisz różne tryby pracy kurtyny świetlnej.</p> <p>20. Jakie są sposoby zapewnienia bezpieczeństwa na zrobotyzowanych stanowiskach produkcyjnych?</p> <p>21. W jaki sposób wykrywane jest zaistnienie kolizji pomiędzy manipulatorem robota przemysłowego a jego otoczeniem bez wykorzystania dodatkowych czujników pomiaru siły i momentu siły</p> <p>22. Wymień i scharakteryzuj typowe przyczyny wystąpienia kolizji pomiędzy manipulatorem robota a jego otoczeniem, wynikających z błędów w programie robota?</p> <p>23. Co to jest złącze antykolizyjne? Jakie cechy powinno mieć złącze antykolizyjne.</p>
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.