

| <b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>   |  |   |
|---|--|---|
| Nazwa modułu/przedmiotu<br><b>Programowanie robotów i planowanie zadań</b>  |  | Kod<br><b>1010535121010534236</b>   |
| Kierunek studiów<br><b>Automatyka i robotyka</b>  | Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny)<br><b>ogólnoakademicki</b> | Rok / Semestr<br><b>1 / 2</b>   |
| Ścieżka obieralności/specjalność<br><b>Systemy automatyki i robotyki</b>  | Przedmiot oferowany w języku:<br><b>polski</b>                               | Kurs (obligatoryjny/obieralny)<br><b>obligatoryjny</b>  |
| Stopień studiów:<br><b>II stopień</b>   | Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna)<br><b>niestacjonarna</b>          |   |
| Godziny<br>Wykłady: <b>12</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>12</b> Projekty/seminaria: -   |  | Liczba punktów<br><b>3</b>  |
| Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku)<br><b>kierunkowy z danego kierunku</b>   |  |   |
| Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki<br><b>nauki techniczne</b>  |  | Podział ECTS (liczba i %)<br><b>3 100%</b>  |
| <b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>  |  |   |
| <p>dr inż. Paweł Szulczyński<br/>                     email: pawel.szulczynski@put.poznan.pl<br/>                     tel. 61 6652043<br/>                     Katedra Sterowania i Inżynierii Systemów PP<br/>                     ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań</p>   |  |   |
| <b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>  |  |   |
| 1   | <b>Wiedza:</b>   | Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z podstaw robotyki w zakresie kinematyki, dynamiki dotyczących zarówno robotów manipulacyjnych oraz robotów z ograniczeniami nieholonomicznymi w tym robotów mobilnych oraz programowania w dowolnym języku wysokiego poziomu. |
| 2   | <b>Umiejętności:</b>   | Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów związanych z przedmiotem oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji / mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.                |
| 3   | <b>Kompetencje społeczne</b>   | Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.   |
| <b>Cel przedmiotu:</b>  |  |   |
| <p>1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy z planowania trajektorii robotów w przestrzeni kartezjańskiej jak również dla robotów mobilnych z wykorzystaniem elementów geometrii różniczkowej Ponadto studenci będą mieli przekazana wiedzę w zakresie programowania robotów z wykorzystaniem języka wysokiego poziomu.</p> <p>2. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów praktycznych zadań paletyzacji oraz śledzenia konturów z wykorzystaniem różnych robotów przemysłowych.</p> <p>3. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej podczas wykonywania skomplikowanych zadań planowania zadań dla robotów przemysłowych.</p> <p>4. Przekazanie studentom umiejętności zachowania warunków bezpieczeństwa w pomieszczeniach gdzie znajdują się duże roboty w obecności których wykonywane są zadania.</p> |  |   |
| <b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>   |  |   |
| <b>Wiedza:</b>  |  |   |
| <p>1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie metod analizy i projektowania systemów sterowania; - [K_W7]</p> <p>2. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę w zakresie projektowania i analizy systemów optymalnych; - [K_W8]</p> <p>3. ma wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych; - [K_W9]</p> <p>4. ma poszerzoną wiedzę w ramach wybranych obszarów robotyki; - [K_W10]</p> <p>5. ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę związaną z systemami sterowania i układami kontrolno-pomiarowymi; - [K_W11]</p> <p>6. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu automatyki i robotyki i pokrewnych dyscyplin naukowych - [K_W12]</p>  |  |   |
| <b>Umiejętności:</b>  |  |   |

|   |
|---|
| 1. potrafi krytycznie korzystać z informacji literaturowych, baz danych i innych źródeł w języku polskim i obcym; - [K_U1]  |
| 2. potrafi wyznaczać modele prostych systemów i procesów, a także wykorzystywać je do celów analizy i projektowania układów automatyki i robotyki; - [K_U10]  |
| 3. potrafi zintegrować i zaprogramować specjalizowane systemy zrobotyzowane; - [K_U12]  |
| 4. potrafi formułować i weryfikować (symulacyjnie lub eksperymentalnie) hipotezy związane z zadaniami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi z zakresu automatyki i robotyki; - [K_U15]   |
| 5. potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy właściwe dla stanowisk automatyki i robotyki; - [K_U17]   |
| <b>Kompetencje społeczne:</b>   |
| 1. posiada świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania; potrafi kierować zespołem, wyznaczać cele i określać priorytety prowadzące do realizacji zadania; - [K_K3] |
| 2. posiada świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych, skrupulatnego zapoznania się z dokumentacją oraz warunkami środowiskowymi, w których urządzenia i ich elementy mogą funkcjonować; - [K_K4]  |

| Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia  |
|--|
| <p>Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:</p> <p>Ocena formująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów:<br/>na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach,</p> <p>b) w zakresie laboratoriów:<br/>na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,</p> <p>Ocena podsumowująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:</p> <p>i. ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym, które są przedstawiane w trakcie wykładu wraz z uwagami ogólnymi jak je rozwiązać.</p> <p>ii. omówienie wyników egzaminu,</p> <p>b) w zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:</p> <p>i. ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć laboratoryjnych (sprawdzian "wejściowy") oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,</p> <p>ii. ocenianie ciągle, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) ? premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,</p> <p>iii. ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole,</p> <p>Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:</p> <p>i. omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,</p> <p>ii. efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,</p> <p>iii. umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,</p> <p>iv. uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,</p> <p>v. wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.</p> |
| Treści programowe  |

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Planowanie trajektorii w przestrzeni wewnętrznej
  - i. Trajektorie wielomianowe do rozwiązania zadania ruchu typu punkt-punkt
  - ii. Trajektorie liniowo paraboliczne do rozwiązania zadania ruchu typu punkt-punkt
2. Planowanie ruchu w przestrzeni wewnętrznej (c. d.)
  - i. Planowanie trajektorii przechodzącej przez punkty pośrednie
  - ii. Trajektorie liniowo paraboliczne z punktami pośrednimi
3. Planowanie ścieżki i trajektorii w przestrzeni zewnętrznej
  - i. Opis trajektorii w przestrzeni zewnętrznej - trójścian Freneta
  - ii. Algorytmy kinematyki odwrotnej
  - iii. Opis błędu pozycji i orientacji
  - iv. Trajektorie liniowo-paraboliczne
4. Planowanie zadań w przestrzeni zewnętrznej
5. Omówienie aspektów energetycznych związanych z ograniczeniami na sterowania w zadaniach planowaniu ruchu dla robotów mobilnych.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie sześciu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium, poprzedzonych 2-godziną sesją instruktazową na początku semestru dotyczącą przepisów bhp i obsługi robotów. Ćwiczenia realizowane są przez 2-osobowe (maksymalnie 3-osobowe) zespoły studentów. Program laboratorium obejmuje następujące cztery zagadnienia:

1. Planowanie i programowanie zadania paletyzacji dla manipulatora Staubli. Celem ćwiczenia jest zaplanowanie i napisanie programu sterującego dla manipulatora Staubli dla typowego zadania paletyzacji. Zadanie to polega na pobieraniu kolejno elementów z podajnika i ich układaniu na palecie aż do jej zapelnienia. Następnie wykonuje się depaletyzację.
  2. Sterowanie manipulatorem Staubli z wykorzystaniem portu szeregowego RS232. Celem ćwiczenia jest wykorzystanie możliwości komunikacji z systemem sterownika robota Staubli z otoczeniem zewnętrznym poprzez łącze szeregowo RS232. W ramach ćwiczenia należy napisać w języku V+ program pozwalający na zdalne sterowanie oraz wymianę danych z zewnętrzną aplikacją. Aplikacja powinna umożliwiać wysyłanie danych do sterownika robota, zawierających przemieszczenia kątowe w poszczególnych złączach manipulatora oraz odczytywać informację o aktualnej pozycji i orientacji robota (lokalizacji).
  3. Planowanie i programowanie zadania paletyzacji dla manipulatora KUKA Agilus. Celem ćwiczenia jest zaplanowanie i napisanie programu sterującego dla manipulatora KUKA Agilus dla typowego zadania paletyzacji. Zadanie to polega na pobieraniu kolejno elementów z podajnika kolumny (magazynu) i ich układaniu w odpowiednich punktach na stole treningowym. Przed przystąpieniem do realizacji zadania przeprowadzić kalibrację układu narzędzia związanego z chwytakiem oraz układu bazowego związanego ze stołem treningowym. Dodatkowo należy wprowadzić sygnalizację etapu wykonywania zadania (pobieranie, odkładanie elementu) poprzez załączenie ustalonych wyjść cyfrowych sterownika.
  4. Programowanie manipulatora KUKA Agilus w zadaniach śledzenia konturów na powierzchniach płaskich i wypukłych. Celem ćwiczenia jest utworzenie programu sterowania manipulatorem KUKA serii Agilus do realizacji zadania śledzenia konturów przydatnego w procesach nakładania kleju czy spawania. Śledzenie wybranego konturu może odbywać się przez narzędzie znajdujące się w końcówce roboczej manipulatora lub przy użyciu nieruchomego narzędzia, gdzie robot manipuluje uchwyconym elementem względem tego narzędzia.
- Ponadto jeden termin jest zarezerwowany na odrabianie i zaliczenie.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, prezentacje multimedialne
2. ćwiczenia laboratoryjne: prowadzone w laboratorium robotów przemysłowych, studenci wykonują cykl czterech skomplikowanych ćwiczeń laboratoryjnych, każde trwa w czasie dwugodzinnego spotkania, które weryfikowane jest poprzez wejściówki oraz szczegółowe sprawozdania.

**Literatura podstawowa:**

1. Modelowanie i sterowanie robotów, K. Kozłowski, P. Dutkiewicz, W. Wróblewski, PWN, 2003
2. Metody i algorytmy planowania ruchu robotów mobilnych i manipulacyjnych, I. Dulęba, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, 2001
3. Feedback Control of Dynamic Bipedal Robot Locomotion, E. Westervelt, J. Grizzle, C. Chevallereau, J. Choi, B. Morris, CRC Press, 2007

**Literatura uzupełniająca:**

1. Dynamics of Multibody Systems, J. Wittenburg, Springer, 2008

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

| Czynność | Czas (godz.) |
|----------|--------------|
|----------|--------------|

|   |               |             |
|---|---------------|-------------|
| 1. udział w wykładach   | 12            |             |
| 2. udział w zajęciach laboratoryjnych:  | 12            |             |
| 3. przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych:  | 9             |             |
| 4. dokończenie (w ramach pracy własnej) zadań z ćwiczeń laboratoryjnych   | 9             |             |
| 5. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia (mogą być realizowane drogą elektroniczną)      | 3             |             |
| 6. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 100 stron | 10            |             |
| 7. przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie  | 20            |             |
| <b>Obciążenie pracą studenta</b>  |               |             |
| <b>forma aktywności</b>   | <b>godzin</b> | <b>ECTS</b> |
| Łączny nakład pracy   | 75            | 3           |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem   | 29            | 1           |
| Zajęcia o charakterze praktycznym   | 21            | 1           |