



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Nawigacja i planowanie ruchu robotów [N2AiR1-SSiR>NiPRR]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Automatyka i robotyka

Rok/Semestr

2/3

Studia w zakresie (specjalność)

Systemy sterowania i robotyki

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

niestacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

20

Laboratorium

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

20

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Dariusz Pazderski prof. PP  
dariusz.pazderski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wiedza: Zakłada się, że student rozpoczynający ten przedmiot posiada podstawową wiedzę z podstaw metrologii, probabilistyki i statystyki, układów pomiarowych, metod lokalizacji robotów mobilnych, teorii sterowania oraz programowania. Umiejętności: Zakłada się, że student rozpoczynający ten przedmiot posiada umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów z zakresu projektowania i uruchamiania układów pomiarowych, programowania w środowisku Matlab/Simulink, programowania wysokopoziomowego i niskopoziomowego w języku C/C++, symulacji układów dynamicznych ciągłych i dyskretnych w czasie oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Kompetencje Społeczne: W zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

## Cel przedmiotu

Przekazanie studentom wiedzy w zakresie: ogólnej struktury układu sterowania robotów mobilnych i mapowania środowiska, technik nawigacji wykorzystujących metody formalne, probabilistyczne i heurystyczne, metod planowania ruchu dla układów z więzami holonomicznymi i fazowymi oraz architektur sterowania autonomicznych robotów mobilnych. Rozwijanie u studentów umiejętności w zakresie implementacji algorytmów planowania ruchu i metod optymalizacji nieliniowej, obsługi i projektowania systemów lokalizacji i nawigacji w systemach mobilnych z uwzględnieniem wymagań projektowych (wymagany stopień precyzji, szybkości pracy, zastosowań układów wieloczuJNIKOWYCH).

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

1. PoznaJe metody sztucznej inteligencji wykorzystywane w algorytmach nawigacji - [K2\_W2]
2. Ma szczegółową wiedzę z zakresu budowy i wykorzystania zaawansowanych systemów sensorycznych - [K2\_W6]
3. Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę z zakresu systemów adaptacyjnych - [K2\_W9]
4. Poszerza wiedzę w obszarze robotyki mobilnej - [K2\_W10]

Umiejętności

1. Potrafi prowadzić badania symulacyjne ilustrujące działanie algorytmów nawigacji i planowania ruchu - [K2\_U9]
2. Potrafi prowadzić analizę niepewności danych sensorycznych i uwzględniać ich wpływ przy projektowaniu układu sterowania robotem mobilnym - [K2\_U10]
3. Potrafi przetwarzać i wykorzystywać dane sensorycznych w algorytmach percepcji, lokalizacji i nawigacji - [K2\_U11]
4. Potrafi projektować moduły percepcji, lokalizacji i nawigacji oraz implementować algorytmy planowania ruchu - [K2\_U13]

Kompetencje społeczne

1. Potrafi pracować w zespole przy rozwiązywaniu zadań projektowych - [K2\_K3]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

W zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu pisemnym w formie testu (z pytaniami w formie wielokrotnego wyboru oraz zawierającego pytania otwarte), omówienie wyników zaliczenia.

W zakresie zajęć projektowych weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ocenę przygotowania studenta do poszczególnych sesji zajęć (rozmowa) oraz ocenę umiejętności związanych z realizacją projektu, ocenę sprawozdania z realizacji projektu.

## Treści programowe

Pojęcia podstawowe: nawigacja i planowanie ruchu. Schemat przepływu informacji w architekturze sterowania robota mobilnego. Paradygmaty sterowania w robotyce: struktura deliberatywna, reaktywna i hybrydowa. Lokalizacja probabilistyczna jako metoda łączenia danych lokalnych i globalnych. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod opisu środowiska: reprezentacja rastrowa, wektorowa i topologiczna. Mapa rastrowa: podejście probabilistyczne, teoria ewidencji, metody zbiorów rozmytych, modele sensorów. Mapa wektorowa: etapy tworzenia mapy wektorowej (akwizycja danych, segmentacja, określanie reprezentacji cech), aktualizacja mapy globalnej, opis niepewności. Podstawowy podział metod nawigacji i planowania ruchu. Reprezentacja elementów w środowisku: zbiory semi-algebraiczne i inne. Podstawowe schematy planowania ruchu w przestrzeni ciągłej/dyskretnej. Planowanie ruchu jako zadanie sterowania optymalnego. Metody przeszukiwania grafów. Kombinatoryczne metody planowania ruchu: graf widoczności, uogólniony diagram Woronoja, metoda sylwetki, metody dekompozycji przestrzeni. Ogólne metody planowania ruchu w wielowymiarowej przestrzeni konfiguracyjnej z ograniczeniami: planowanie probabilistyczne, metody funkcji potencjalnych w wersji ciągłej i dyskretnej, funkcja nawigacyjna, modelowanie przepływów cieczy idealnych, dyskusja problemu minimów lokalnych i punktów siodłowych. Planowanie ruchu dla układów różniczkowo-płaskich, metody wielomianowe, wykorzystanie pól wektorowych. Kinetodynamiczne planowanie ruchu oraz wybrane algorytmy planowania dla układów nieholonomicznych.

Zajęcia projektowe prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych zajęć poprzedzonych sesją instruktażową na początku semestru. Projekty realizowane są przez 2- lub 3-trzyosobowe zespoły studentów. Tematyka projektów obejmuje następujące zagadnienia: Analiza błędów i weryfikacja dokładności wybranych metod lokalizacji robotów. Metody fuzji danych: projektowanie modeli symulacyjnych i testowanie metod, implementacja programowo/sprzętowa z wykorzystaniem czujników heterogonicznych. Systemy operacyjne robotów mobilnych i ich zastosowanie w nawigacji, badania laboratoryjne ilustrujące działania tych metod na obiektach rzeczywistych. Implementacja programowa metod planowania ruchu w środowisku Matlab/Simulink oraz w języku C/C++.

## Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, demonstracja.
2. Ćwiczenia projektowe: rozwiązywanie problemów, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca w zespole.

## Literatura

### Podstawowa

1. S. Lavalle, Planning Algorithms. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.
2. R. C. Arkin (edytor), Principles of Robot Motion Theory, Algorithms and Implementation, Massachusetts Institute of Technology (MIT), 2005.
3. P. Skrzypczyński, Metody analizy i redukcji niepewności percepcji w systemie nawigacji robota mobilnego, Rozprawy, nr 407, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.

### Uzupełniająca

1. <https://www.ros.org>
2. Tchoń, Mazur, Hossa, Dulęba, Manipulatory i roboty mobilne, Akademia Oficyna Wydawnicza PLJ, 2002.
3. R. Siegwart, I. Nourbaksh, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT, 2004.
4. B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, Robotics: Modelling, Planning and Control, Springer 2009.
5. B. Siciliano, O. Khatib (Ed.), Handbook of Robotics, Springer 2009.

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	40	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	35	0,50