

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Nawigacja i planowanie ruchu robotów</b>		Kod <b>1010532121010550030</b>
Kierunek studiów <b>Automatyka i robotyka</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>1 / 2</b>
Ścieżka obieralności/specjalność <b>Automatyka</b>	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>II stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: - Projekty/seminaria: <b>30</b>	Liczba punktów <b>4</b>	
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>kierunkowy z danego kierunku</b>		
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki		Podział ECTS (liczba i %)
<b>Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca:</b>		
dr hab. inż. Dariusz Pazderski email: <a href="mailto:dariusz.pazderski@put.poznan.pl">dariusz.pazderski@put.poznan.pl</a> tel. 61 665 2199 Instytut Automatyki i Robotyki ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań		
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Zakłada się, że student rozpoczynający ten przedmiot posiada podstawową wiedzę z podstaw metrologii, probabilistyki i statystyki, układów pomiarowych, teorii sterowania oraz programowania.
2	<b>Umiejętności:</b>	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.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	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>		
- Przekazanie studentom wiedzy w zakresie: ogólnej struktury układu sterowania robotów mobilnych, podstawowych metod lokalizacji robotów mobilnych, metod percepcji środowiska i jego mapowania, 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).		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b>		
1. Poznaje metody sztucznej inteligencji wykorzystywane w algorytmach nawigacji - [K_W2] 2. Poszerza wiedzę w obszarze robotyki mobilnej - [K_W10]		
<b>Umiejętności:</b>		
1. Potrafi prowadzić badania symulacyjne ilustrujące działanie algorytmów nawigacji i planowania ruchu - [K_U9] 2. Potrafi prowadzić analizę niepewności danych sensorycznych i uwzględnić ich wpływ przy projektowaniu układu sterowania robotem mobilnym - [K_U10] 3. Potrafi przetwarzać i wykorzystywać dane sensorycznych w algorytmach percepcji, lokalizacji i nawigacji - [K_U11] 4. Potrafi projektować moduły percepcji, lokalizacji i nawigacji oraz implementować algorytmy planowania ruchu - [K_U13]		
<b>Kompetencje społeczne:</b>		
1. Potrafi pracować w zespole przy rozwiązywaniu zadań projektowych. - [K_K3]		
<b>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</b>		

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: lokalizacja, nawigacja, planowanie ruchu. Schemat przepływu informacji w architekturze sterowania robota mobilnego. Paradygmaty sterowania w robotyce: struktura deliberatywna, reaktywna i hybrydowa. Metody lokalizacji względnej: całkowanie ścieżki, lokalizacja inercyjna, opis ciągły i dyskretny, algorytmy numeryczne, ocena błędów pomiarowych i modelowanie niepewności, realizacja techniczna metod lokalizacji względnej, czujniki (sensory do pomiaru kąta, sonary dopplerowskie, akcelerometry, żyroskopy). Metody lokalizacji bezwzględnej: metoda trilateracji i triangulacji, algorytmy numeryczne, ocena błędów pomiarowych, realizacja techniczna metod lokalizacji bezwzględnej, czujniki i ich model (dalmierze ultradźwiękowe i laserowe), przykłady istniejących systemów. 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. Reprezentacje grafowe środowiska: graf widoczności, uogólniony diagram Woronoja, metoda sylwetki, metody dekompozycji przestrzeni. Ogólne metody planowania ruchu w wielowymiarowej przestrzeni konfiguracyjnej z ograniczeniami: metody przeszukiwania grafów, 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. Planowanie ruchu układów nieholonomicznych: metody Lie-algebraiczne, metody jacobianowe, metody optymalizacji nieliniowej (w tym metoda Monte Carlo). Planowanie ruchu wykorzystujące metody inspirowane biologiczne (algorytmy typu bug, algorytmy roju). Kinetodynamiczne planowanie ruchu, układy o niecałkowalnej dynamice.

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. Badanie czujników pomiarowych wykorzystywanych w lokalizacji, w tym: czujników INS, czujników ultradźwiękowych i skanerów laserowych. Projektowanie i implementacja układów pomiarowych do zadania lokalizacji z wykorzystaniem mikrokontrolerów i procesorów DSP. Metody fuzji danych: projektowanie modeli symulacyjnych i testowanie metod, implementacja programowo/sprzętowa z wykorzystaniem czujników heterogenicznych. Systemy operacyjne robotów mobilnych i ich zastosowanie w zadaniu lokalizacji, mapowaniu środowiska i nawigacji, badania laboratoryjne ilustrujące działania tych metod na obiektach rzeczywistych. Implementacja programowa metod planowania ruchu w środowisku Matlab/Simulink oraz w języku C/C++.

#### 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. J. Borenstein (edytor), Where am I - Systems and Methods for Mobile Robot Positioning, 1996, <http://www-personal.umich.edu/~johannb/shared/pos96rep.pdf>.
4. P. Skrzypczyński, Metody analizy i redukcji niepewności percepcji w systemie nawigacji robota mobilnego, Rozprawy, nr 407, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.

#### Literatura uzupełniająca:

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

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

Czynność	Czas (godz.)
1. Udział w wykładach	30
2. Udział w zajęciach projektowych	30
3. Napisanie programu / programów, uruchomienie i weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	12
4. Przygotowanie do zaliczenia wykładów	10
5. Przygotowanie do zajęć projektowych	6
6. Dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	5
7. Udział w zaliczeniu wykładu	2
8. Zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi	2

### Obciążenie pracą studenta

<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	72	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	62	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	53	3