

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Robotyka mobilna		Kod 1010542131010555320
Kierunek studiów Automatyka i robotyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 2 / 3
Ścieżka obieralności/specjalność Reprogramowalne systemy sterowania	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obieralny
Stopień studiów: II stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 15 Ćwiczenia: - Laboratoria: - Projekty/seminaria: 30		Liczba punktów 3
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) kierunkowy		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) z danego kierunku
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 3 100% 3 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr hab. inż. Maciej Marcin Michałek email: maciej.michalek@put.poznan.pl tel. 61 665 2848 Wydział Informatyki ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student rozpoczynający przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę z zakresu robotyki (przestrzeń konfiguracyjna, przestrzeń zadaniowa, kinematyka, równania dynamiki, więzy kinematyczne, trajektoria, ścieżka, śledzenie, stabilizacja, sterowanie serwonapędem elektrycznym) oraz z zakresu teorii sterowania i systemów (opis w przestrzeni stanu, sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym, sprzężenie wyprzedzające, linearyzacja i aproksymacja liniowa, sterowalność, operacja nawiasu Liego, metoda Lapunowa analizy stabilności, systemy bezdryfowe oraz z dryfem).
2	Umiejętności:	Student powinien posiadać umiejętność implementacji programów w języku Matlab oraz w języku C (programowanie niskopoziomowe), umiejętność budowy i testowania schematów blokowych w środowisku Simulink, umiejętność przedstawiania wyników symulacyjnych i eksperymentalnych za pomocą wybranych technik informacyjno-komunikacyjnych oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Powinien również wykazywać gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu.
3	Kompetencje społeczne	W zakresie kompetencji społecznych student powinien prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
Cel przedmiotu: - systematyzacja zagadnień związanych z robotyką mobilną oraz zarysowanie stanu wiedzy z obszaru algorytmizacji sterowania kołowymi robotami mobilnymi, - analiza teoretycznych oraz praktycznych problemów związanych z modelowaniem i sterowaniem autonomicznych pojazdów kołowych oraz przedstawienie wybranych sposobów ich rozwiązania, - wykształcenie umiejętności praktycznej implementacji, testowania oraz wielokryterialnej oceny jakości działania wybranych algorytmów sterowania kołowymi robotami mobilnymi dla różnych zadań ruchu, - kształtowanie u studentów umiejętności pracy w małym zespole.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		

<p>1. Rozszerzona wiedza z zakresu modelowania kołowych robotów mobilnych; znajomość klasyfikacji i własności podstawowych kinematyk robotów mobilnych. - [[K_W5]]</p> <p>2. Znajomość cech lokomocji kołowej i kołowo-gąsienicowej; znajomość podstawowych właściwości modeli kołowych robotów mobilnych; znajomość kryteriów podziału robotów mobilnych. - [[K_W5]]</p> <p>3. Uporządkowana, podbudowana teoretycznie, szczegółowa wiedza w zakresie projektowania systemów sterowania robotów mobilnych (szczególnie klasy (2,0)) dla podstawowych zadań sterowania (śledzenie trajektorii, stabilizacja w punkcie, odtwarzanie ścieżki, zadania pozycyjne). - [[K_W7]]</p> <p>4. Znajomość zasadniczej struktury kaskadowej układu sterowania robotów mobilnych (z naciskiem na rozwiązania dedykowane dla robotów klasy (2,0)) oraz znajomość funkcji jakie pełnią poszczególne elementy składowe tego układu. - [[K_W7]]</p> <p>5. Znajomość fundamentalnych ograniczeń związanych z projektowaniem i realizacją sterowania dla robotów mobilnych o ograniczonej mobilności; znajomość wybranych kinematycznych technik i algorytmów sterowania robotami mobilnymi oraz ich własności. - [[K_W7]]</p> <p>6. Znajomość praktycznych aspektów oraz zalet i ograniczeń związanych z wykorzystaniem wybranych metod sterowania w praktyce; znajomość wybranych kryteriów oceny algorytmów sterowania. - [[K_W7]]</p> <p>7. Poszerzona wiedza w ramach robotyki mobilnej, dotycząca w szczególności kołowych robotów mobilnych. - [[K_W10]]</p> <p>8. Znajomość przykładów robotów mobilnych i obszarów ich zastosowania; znajomość pojęć podstawowych. - [[K_W10]]</p> <p>9. Znajomość podstawowych rodzajów zadań ruchu definiowanych dla robotów mobilnych i odpowiadających im zadań sterowania; znajomość praktycznych przykładów zadań poszczególnych typów. - [[K_W10]]</p> <p>10. Znajomość matematycznego sformułowania zadań ruchu dla robotów mobilnych klasy (2,0) - generator sygnałów referencyjnych. - [[K_W10]]</p>
<p>Umiejętności:</p> <p>1. Umiejętność implementacji i testowania modeli kołowych robotów mobilnych, generatorów sygnałów referencyjnych oraz podstawowych algorytmów sterowania robotami mobilnymi w środowisku symulacyjnym oraz w środowisku szybkiego prototypowania z wykorzystaniem rzeczywistej platformy mobilnej. - [[K_U9, K_U10]]</p> <p>2. Umiejętność dokonania podstawowej analizy uzyskanej jakości sterowania i porównania wybranych algorytmów dla klasycznych zadań ruchu w oparciu o wybrane kryteria oceny. - [[K_U19, K_U22]]</p> <p>3. Umiejętność przygotowania i stosownej prezentacji wyników przeprowadzonych zadań projektowych. - [[K_U8]]</p>
<p>Kompetencje społeczne:</p> <p>1. Umiejętność pracy w zespole w duchu odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania. - [[K_K3]]</p> <p>2. Świadomość konieczności profesjonalnego podejścia do zagadnień technicznych. - [[K_K4]]</p>

<p>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</p>
<p>a) W zakresie wykładów założone efekty kształcenia weryfikowane są przez ocenę wiedzy studenta podczas zaliczenia treści wykładowych w formie wypowiedzi ustnej (w razie potrzeby popartej/uzupełnionej stosownym wyjaśnieniem pisemnym): student losuje trzy zagadnienia merytoryczne spośród zestawu około 20-30 tematów udostępnianych przed zaliczeniem; na każde zagadnienie przeznaczone jest od 3 do 5 minut; średnia arytmetyczna ocen cząstkowych z poszczególnych wypowiedzi determinuje ocenę OW braną pod uwagę podczas obliczania oceny końcowej (średnia musi być ≥ 3.0, aby OW było oceną pozytywną); ocena końcowa OK wynika ze wzoru: $OK = OW \cdot 0.7 + OL \cdot 0.3$, gdzie OL stanowi ocenę uzyskaną z zajęć laboratoryjnych ($OK < 3.0$ skutkuje oceną negatywną).</p> <p>b) W zakresie laboratoriów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez ocenę i 'obronę' przez zespół studencki końcowego raportu z realizacji zadania (sprawdzeniu i ocenie podlegają: jakość działania zaimplementowanego układu sterowania, treść i jakość raportu końcowego oraz odpowiedzi na pytania merytoryczne związane z wykonanym zadaniem).</p>
<p>Treści programowe</p>
<p>Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pojęcia podstawowe: mobilność, lokomocja, robot mobilny autonomiczny / inteligentny / półautonomiczny / teleoperowany; podstawowe wątki tematyczne związane z robotyką mobilną; - kryteria podziału robotów mobilnych w tym robotów kołowych; stopnie autonomii robotów mobilnych; zastosowania i przykłady robotów mobilnych; poziomy automatyzacji pojazdów użytkowych oraz przykłady robotyzacji pojazdów użytkowych; - cechy lokomocji kołowej i kołowo-ślizgowej; rodzaje kół pojazdów zrobotyzowanych, sposoby przenoszenia napędu i realizacji ruchu, mechanizm różnicowy, mechanizm Ackermanna, ruch wszechkierunkowy a mobilność ograniczona; - modelowanie kołowych robotów mobilnych: wektor postury i konfiguracji platformy, reprezentacje orientacji platformy, chwilowy środek obrotu platformy, pięć podstawowych modeli kinematyki kołowych robotów mobilnych ((3,0), (2,0), (1,1), (1,2), (2,1)), więzy kinematyczne; model dynamiki robota klasy (2,0), tarcie oraz zjawisko poślizgu kół; - wskaźniki kinematyczne: mobilność, sterowność, manewrowość; stopnie swobody; podstawowe struktury prostych robotów mobilnych (traktorów); - fundamentalne ograniczenia związane z problemem sterowania ruchem: konsekwencje twierdzenia Brocketta, więzy nieholonomiczne oraz ich interpretacja, problem braku uniwersalnego stabilizatora; - definicja podstawowych zadań ruchu i zadań sterowania oraz przykłady ich praktycznej realizacji: śledzenie trajektorii, odtwarzanie ścieżki, stabilizacja w punkcie, zadania pozycyjne; nieklasyczne zadania ruchu; problem unikania kolizji z przeszkodami;

<p>- matematyczne sformułowanie zadania ruchu (generator sygnałów referencyjnych - sposoby realizacji obliczeń); pojęcia ustawicznego pobudzenia oraz trajektorii dopuszczalnej,</p> <p>- ogólna struktura sterowania ruchem robotów mobilnych, struktura kaskadowa układu sterowania robota klasy (2,0); synteza obwodów regulacji prędkości,</p> <p>- opis i synteza parametryczna wybranych algorytmów sterowania dla klasycznych zadań ruchu (metody wynikające z technik linearyzacji oraz aproksymacji liniowej, algorytm Pometa jawnie zależny od czasu, nieciągłe sterowniki metody VFO);</p> <p>- jakościowe kryteria porównawcze algorytmów sterowania; rodzaje zbieżności sygnałów i ich związek z praktyczną jakością sterowania; odporność i wrażliwość algorytmów;</p> <p>- praktyczne aspekty realizacji układu sterowania robotami mobilnymi: jakość sterowania w warunkach praktycznych, ograniczenia sygnałów sterujących i blok skalowania prędkości.</p> <p>Zajęcia projektowe prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium. Zadania realizowane są przez 2-osobowe zespoły studentów. Program zajęć obejmuje następujące zagadnienia:</p> <p>- implementacja i testowanie modelu robota klasy (2,0), bloku skalowania prędkości oraz generatorów sygnałów referencyjnych (środowisko Matlab-Simulink),</p> <p>- implementacja i synteza parametryczna obwodów regulacji prędkości kół robota klasy (2,0) z korekcją efektu windup (środowisko Matlab-Simulink),</p> <p>- symulacyjna weryfikacja jakości sterowania robotem klasy (2,0) w układzie otwartym (środowisko Matlab-Simulink),</p> <p>- testowanie stanowisk laboratoryjnych z rzeczywistymi platformami mobilnymi w systemie szybkiego prototypowania,</p> <p>- implementacja, uruchamianie i testowanie w środowisku szybkiego prototypowania poznanych algorytmów sterowania robotem mobilnym klasy (2,0) dla klasycznych zadań ruchu (śledzenie trajektorii, sterowanie do punktu, odtwarzanie ścieżki, zadania pozycyjne) z wykorzystaniem fizycznych platform mobilnych.</p>		
<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sterowanie robotów mobilnych. Laboratorium, M. Michałek, D. Pazderski, WPP, Poznań, 2012 2. Theory of robot control. Part III: Mobile robots, C. Canudas de Wit, B. Siciliano, G. Bastin, Springer, Londyn, 1996 		
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wheeled mobile robotics. From fundamentals towards autonomous systems, G. Klancar i inni, B-H, 2017 2. Introduction to Autonomous Mobile Robots, R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, The MIT Press, Cambridge, 2004 3. Principles of Robot Motion. Theory, Algorithms, and Implementations, H. Choset, K. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. Kavraki, S. Thrun, The MIT Press, Cambridge, 2005 4. Feedback Control of a Nonholonomic Car-like Robot. Robot Motion Planning and Control (red. J. P. Laumond), rozdział 4: Feedback Control of a Nonholonomic Car-Like Robot, A. DeLuca, G. Oriolo, C. Samson, Springer, 1998 5. Motion control of wheeled mobile robots, P. Morin, C. Samson, Springer Handbook of Robotics, 2008 6. Springer Handbook of Robotics, B. Siciliano, O. Khatib (edytorzy), rozdziały: 17, 34, 51, 54, Springer 2008 7. Modeling and control of nonholonomic mechanical systems, A. De Luca, G. Oriolo, Springer, Wiedeń, 1995 8. Manipulatory i roboty mobilne. Modele, planowanie ruchu, sterowanie, K. Tchoń, A. Mazur, I. Dulęba, R. Hossa, R. Muszyński, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2000 		
<p>Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta</p>		
<p>Czynność</p>		<p>Czas (godz.)</p>
1. udział w zajęciach projektowych (15 x 2 godz.)		30
2. przygotowanie do zajęć projektowych		15
3. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności zadań projektowych		1
4. testowanie algorytmów sterowania (czas poza zajęciami)		10
5. przygotowanie raportu końcowego		6
6. udział w wykładach		15
7. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu = 1 godz.), 100 stron		10
8. przygotowanie do zaliczenia wykładów i udział w kolokwium zaliczeniowym		12
<p>Obciążenie pracą studenta</p>		
<p>forma aktywności</p>	<p>godzin</p>	<p>ECTS</p>
Łączny nakład pracy	99	3
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	47	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	46	1