**Nazwa przedmiotu:**

Systemy pojazdów autonomicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Przemysław Szulim

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

-

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 65 godzin w tym:
a) wykład -15 godz.;
b) projekt - 45 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.;

2) Praca własna studenta – 70 godzin, w tym:
a) 50 godz. – praca nad przygotowaniem trzech projektów podsystemów robota
b) 10 godz. - przygotowywanie się do kolokwium ,
c) 10 godz. – bieżące przygotowywanie się do wykładów (analiza literatury),,

3) RAZEM – 135 godzin

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2 punkty ECTS – liczba godzin kontaktowych - 65, w tym:
a) wykład -15 godz.;
b) projekt - 45 godz.;
c) konsultacje - 5 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

4, punkty ECTS - 105 godz. , w tym:
1) uczestnictwo w zajęciach projektowych - 45 godz.
2) 50 godz. pracy własnej – praca nad przygotowaniem trzech projektów podsystemów robota.
3) 10 godz. – opracowanie wyników, przygotowanie sprawozdań.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 45h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość mechaniki i matematyki na poziomie średniozaawansowanym
Znajomość następujących narzędzi:
• Matlab
Znajomość języka programowania:
• C/C++

**Limit liczby studentów:**

Zgodnie z Rozporządzeniem Rektora PW

**Cel przedmiotu:**

Wiedza: Poznanie teorii z zakresu kluczowych aspektów związane z sensorami robotów mobilnych, oraz algorytmami pozwalającymi na efektywne zbieranie informacji o otoczeniu i o pojeździe. Poznanie cech algorytmów pozwalających na mapowanie otoczenia oraz określenie lokalizacji pojazdu, poznanie współczesnych narzędzi programistycznych

Umiejętności: Umiejętność posługiwania się nowoczesnymi narzędziami programistycznymi z wykorzystywanymi do budowy i analizy działania układów sterowania czy układów sensorycznych

Kompetencje Społeczne: Świadomość wymagań i ograniczeń w działaniach inżynierskich.

**Treści kształcenia:**

Wykład:
• Podstawy nawigacji inercyjnej, parametry podstawowych sensorów, fuzja danych, metody poprawy estymacji
• Systemy nawigacyjne oparte o GNSS, system dokładnego pozycjonowania GPS-RTK, algorytmy fuzji pomiarów z różnych systemów nawigacyjnych,
• Inne systemy pozycjonowania robotów mobilnych w tym, systemy oparte o radiolatarnie,
• Jednoczesne mapowanie i lokalizowanie robotów mobilnych z wykorzystaniem metodyki SLAM, przegląd dostępnych rozwiązań, ograniczenia
• Metody detekcji przeszkód wokół pojazdów; przegląd sensorów, cechy szczególne,
Projekt:
• Przypomnienie najważniejszych cech systemu ROS, wprowadzenie do narzędzi wspomagających, zapoznanie z dostępnymi platformami robotycznymi,
• Opanowanie komunikacji z kluczowymi układami sesnorycznymi i wykonawczymi robotów mobilnych: napędy robotów, skaner laserowy, kamera RGBD, czujniki odbiciowe, czujniki odległości, czujniki nawigacji inercyjnej oraz systemy pozycjonowania absolutnego
• Praktyczne poznanie kluczowych aspektów związanych ze SLAM, inicjacja modułów, programowanie komunikacji, wizualizacja map, badanie jakości tworzonych map, badanie jakości pozycjonowania, metody poprawy jakości mapowania i lokalizacji w oparciu o SLAM
• Praktyczne poznanie kluczowych aspektów związanych z nawigacją inercyjną, rejestracją pomiarów, analizą pomiarów z wielu sensorów, estymacją kluczowych parametrów czujników na potrzeby fuzji pomiarów, praktyczne zapoznanie z właściwościami różnych metod fuzji informacji sensorycznej, sposoby formułowania filtrów Kalmana

**Metody oceny:**

Z przedmiotu wystawiana jest ocena łączna, na którą składają się ocena z wykładu oraz ocena z projektu z odpowiednimi wagami. Waga oceny z projektu wynosi 2/3 natomiast waga oceny z wykładu 1/3.
Wykład zaliczany jest w trybie Z2 tj na podstawie kolokwium i/lub pracy domowej. Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie pozytywnej oceny kolokwium i/lub pracy domowej w formie pisemnej
Projekt uznaje się za zaliczony w przypadku zaliczenia wszystkich podprojektów. Podprojekty uznaje się za zaliczone po otrzymaniu pozytywnej oceny ze sprawozdania będącego zwieńczeniem podprojektu. Ocena z projektu jest oceną średnią ze wszystkich podprojektów.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Bishop R., Intelligent vehicle technology and trends, Artech House, 2005.
2. Bonnick A., Automotive computer controlled systems, Routledge, 2007.
3. Borenstein J., Everett H.R., Feng L., Where am I? Sensors and methods for mobile robot positioning, University of Michigan, 119(120), 27, 1996.
4. Craig J.J., Introduction to Robotics: Mechanics and Control (3rd Edition), Pearson, 2004.
5. Choset H.M., at al., Principles of robot motion: theory, algorithms and implementation, MIT press, 2005.
6. Corke P., Robotics, vision and control: fundamental algorithms in MATLAB. Vol. 73. Springer, 2011.
7. Fahimi F.. Autonomous robots: modeling, path planning, and control, Vol. 107, Springer Science & Business Media, 2008.
8. Jazar R.N., Vehicle dynamics: theory and application, Springer Science & Business Media, 2013.
9. Pacejka H., Tire and vehicle dynamics, Elsevier, 2005.
10. Quigley M., Gerkey B., Smart, W.D., Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System, O'Reilly Media Inc., 2015.
11. Rajamani R., Vehicle dynamics and control, Springer Science & Business Media, 2012.
12. Siegwart R., Nourbakhsh I.R., Scaramuzza D., Introduction to autonomous mobile robots, MIT press, 2011.
13. Spong M.W., Vidyasagar M., Robot Dynamics And Control, Wiley, 2008.
14. Thrun S., Burgard W., Fox D., Probabilistic robotics, MIT press, 2005.
15. Wong J.Y., Theory of ground vehicles, John Wiley & Sons, 2001.
16. Giergiel M., Hendzel Z., Żylski, W., Modelowanie i sterowanie mobilnych robotów kołowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013.
17. Kozłowski K., Dutkiewicz P., Wróblewski W., Modelowanie i sterowanie robotów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
18. Morecki A., Knapczyk J., Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów i robotów, WNT, Warszawa 1999.
19. Tchoń K., et al., Manipulatory i roboty mobilne, AOWPLJ, Warszawa 2000.
20. Trojnacki M., Modelowanie dynamiki mobilnych robotów kołowych, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, 2013.
21. Żylski W., Kinematyka i dynamika mobilnych robotów kołowych, Oficyna Wydawnicza PRz, Rzeszów 1996.

**Witryna www przedmiotu:**

http://www.mechatronika.simr.pw.edu.pl/ Materiały dostępne w intranecie po zalogowaniu

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka K\_W01:**

Student potrafi zaprojektować system do analizy otoczenia wokół pojazdu autonomicznego w oparciu o dostępną infrastrukturę czujnikową i platformę obliczeniową.

Weryfikacja:

Weryfikacja wiedzy zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W02:**

Student potrafi wykonać oprogramowanie pozwalające na fuzję informacji z czujników pojazdu w celu estymacji pozycji pojazdu oraz rozpoznawania otoczenia.

Weryfikacja:

Weryfikacja wiedzy zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W03:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie metod pomiaru i ekstrakcji informacji o otoczeniu pojazdu oraz o podstawowych parametrach opisujących ruch pojazdu.

Weryfikacja:

Weryfikacja wiedzy zostanie dokonana na drodze kolokwium poprzez ocenę odpowiedzi na przygotowane pytania problemowe.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

**Charakterystyka K\_W04:**

Zna i rozumie metodykę projektowania komponentów systemu pojazdów autonomicznych, a także metody i techniki wykorzystywane w projektowaniu, zna języki opisu sprzętu i komputerowe narzędzia do projektowania, badania i symulacji stosowane przy budowie map otoczenia czy analizie informacji sensorycznej.

Weryfikacja:

Weryfikacja wiedzy zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka K\_U01:**

Potrafi planować i przeprowadzić pomiary do wyznaczenia kluczowych informacji niezbędnych do prowadzenia nawigacji pojazdami autonomicznymi, a także ekstrakcję podstawowych parametrów charakteryzujących systemy sensoryczne; potrafi przedstawić otrzymane wyniki w formie liczbowej i graficznej, dokonać ich interpretacji i wyciągnąć właściwe wnioski.

Weryfikacja:

Weryfikacja umiejętności zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o, I.P7S\_UW

**Charakterystyka K\_U02:**

Potrafi posłużyć się właściwie dobranymi środowiskami programistycznymi, symulatorami oraz narzędziami komputerowo wspomaganego projektowania do symulacji, projektowania, programowania i weryfikacji działania kluczowych systemów pojazdów autonomicznych w tym systemu nawigacji inercyjnej i GNSS, systemu mapowania i lokalizacji SLAM;

Weryfikacja:

Weryfikacja umiejętności zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka K\_U03:**

Potrafi – zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne, w tym ekonomiczne– zaprojektować procesy, związane z komunikacją i przetwarzaniem danych przez moduły pomiarowe i obliczeniowe pojazdów autonomicznych, zrealizować ten projekt – co najmniej w części – używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia i techniki z uwzględnieniem zadanych kryteriów użytkowych, ekonomicznych, środowiskowych i prawnych.

Weryfikacja:

Weryfikacja umiejętności zostanie dokonana poprzez ocenę jakości/poprawności wykonania zadań projektowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o