**Nazwa przedmiotu:**

Nawigacja pojazdami autonomicznymi

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Maciej Trojnacki, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Pojazdów Elektrycznych i Hybrydowych

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

1150-00000-PE-0354

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 50, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium - 15 godz.;
c) konsultacje - 3 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;
2) Praca własna studenta - 50 godz., w tym:
a) studia literaturowe - 10 godz.,
b) przygotowanie do laboratoriów - 10 godz.,
c) opracowanie sprawozdań z laboratoriów - 20 godz.,
d) przygotowanie do testu - 10 godz..
3) RAZEM - 100 godz.

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

2 pkt. ECTS - 50 godz., w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) laboratorium - 15 godz.;
c) konsultacje - 3 godz.;
d) egzamin - 2 godz.;

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1 pkt. ECTS - 25 godz., w tym:
a) realizacja ćwiczeń laboratoryjnych - 15 godz.
b) opracowanie sprawozdań z laboratoriów - 10 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 15h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Podstawowa wiedza w zakresie mechatroniki, mechaniki, programowania, sterowania i pakietu Matlab/Simulink

**Limit liczby studentów:**

zgodnie z zarządzeniem Rektora

**Cel przedmiotu:**

Wprowadzenie do zagadnień związanych z nawigacją pojazdami autonomicznymi, zapoznanie z metodami lokalizacji, mapowania otoczenia, planowania ruchu i autonomicznej realizacji zadanego ruchu.
W ramach części wykładowej przedmiotu student rozwija wiedzę w zakresie nawigacji pojazdami autonomicznymi.
W ramach części laboratoryjnej przedmiotu student zdobywa umiejętności praktyczne w zakresie nawigacji pojazdami autonomicznymi oraz rozwija umiejętności pracy w grupie.

**Treści kształcenia:**

Przedmiot obejmuje część wykładową i laboratoryjną. Tematyka w ramach części laboratoryjnej jest realizowana po jej omówieniu w ramach części wykładowej.
Część wykładowa (ogółem 30 godz.) zawiera:
1. Wprowadzenie do nawigacji pojazdami autonomicznymi. Generowanie zadanej trajektorii ruchu.
2. Wprowadzenie do autonomicznej realizacji ruchu pojazdów.
3. Wprowadzenie do niepewności pomiaru. Wprowadzenie do układów nawigacji bezwładnościowej - przyspieszeniomierze.
4. Wprowadzenie do układów nawigacji bezwładnościowej - żyroskopy. Wprowadzenie do wyznaczania orientacji za pomocą magnetometrów.
5. Wprowadzenie do systemów globalnej nawigacji satelitarnej.
6. Modele mobilnych robotów kołowych stosowane w syntezie i symulacji układów sterowania.
7. Sterowanie ruchem nadążnym mobilnych robotów kołowych.
8. Modelowanie i sterowanie ruchem samochodów.
9. Wprowadzenie do czujników i metod mapowania otoczenia.
10. Wprowadzenie do jednoczesnej lokalizacji i mapowania (SLAM).
11. Wprowadzenie do nawigacji pojazdami autonomicznymi z zastosowaniem systemów wizyjnych.
12. Wprowadzenie do metod probabilistycznych w nawigacji pojazdów.
13. Wprowadzenie do nawigacji pojazdami autonomicznymi z zastosowaniem głębokich sieci neuronowych.
14. Lokalne planowanie ruchu pojazdów.
15. Globalne planowanie ruchu pojazdów.
Część laboratoryjna (ogółem 15 godz.) obejmuje:
1. Generowanie zadanej trajektorii ruchu i rozwiązywanie zadania odwrotnego kinematyki dla pojazdów lądowych.
2. Wyznaczanie parametrów ruchu pojazdu na podstawie akcelerometrów i żyroskopów.
3. Lokalizacja i wyznaczanie parametrów ruchu pojazdu z użyciem systemów globalnej nawigacji satelitarnej.
4. Testowanie wybranych czujników otoczenia.
5. Symulacja wybranych algorytmów sterowania ruchem nadążnym mobilnych robotów kołowych.
6. Symulacja wybranych manewrów automatycznie kierowanych samochodów.

**Metody oceny:**

Umiejętność rozwiązywania problemów dot. nawigacji pojazdami autonomicznymi i pracy w grupie jest weryfikowana na podstawie sprawozdań opracowanych z poszczególnych tematów realizowanych w ramach części laboratoryjnej.
Wiedza dot. nawigacji pojazdami autonomicznymi przyswojona przez studentów w ramach części wykładowej jest weryfikowana poprzez test teoretyczny podczas egzaminu.
Ocena z wykładu jest równa ocenie z testu teoretycznego.
Ocena z laboratorium jest średnią ważoną ocen za sprawozdania.
Ocena łączna jest średnią ważoną ocen z laboratorium i wykładu.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Wybrane pozycje w j. angielskim
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.
Wybrane pozycje w j. polskim
1. Giergiel M., Hendzel Z., Żylski, W., Modelowanie i sterowanie mobilnych robotów kołowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2013.
2. Kozłowski K., Dutkiewicz P., Wróblewski W., Modelowanie i sterowanie robotów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2003.
3. Morecki A., Knapczyk J., Podstawy robotyki. Teoria i elementy manipulatorów i robotów, WNT, Warszawa 1999.
4. Tchoń K., et al., Manipulatory i roboty mobilne, AOWPLJ, Warszawa 2000.
5. Trojnacki M., Modelowanie dynamiki mobilnych robotów kołowych, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, 2013.
6. 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:**

brak

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_W1:**

Posiada wiedzę z przedmiotów takich jak matematyka i fizyka, potrafi wykorzystywać ją do rozwiązywania problemów modelowania i planowania ruchu pojazdów autonomicznych.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_W11:**

Zna aktualny stan wiedzy z zakresu planowania i sterowania ruchem pojazdów autonomicznych, stosowanych czujników i narzędzi inżynierskich.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_W6:**

Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie planowania i sterowania ruchem pojazdów autonomicznych, jest świadomy ograniczeń metod, potrafi posługiwać się narzędziami inżynierskimi.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_W7:**

Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie lokalizacji i wykrywania otoczenia pojazdów autonomicznych z zastosowaniem różnych czujników, z uwzględnieniem niepewności pomiaru.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_U3:**

Potrafi przeprowadzić symulacje z zakresu generowania zadanego ruchu, układów planowania ruchu i układów sterowania pojazdów autonomicznych. Potrafi wyznaczyć przebiegi czasowe parametrów ruchu pojazdu na podstawie zarejestrowanych danych z czujników lokalizacyjnych. Potrafi wyznaczyć mapę otoczenia na podstawie danych z czujników otoczenia.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka 1150-00000-PE-0354\_U7:**

Potrafi dobrać podstawowe czujniki pojazdu autonomicznego umożliwiające jego lokalizację i rozpoznawanie otoczenia.

Weryfikacja:

Egzamin, sprawozdania

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U17

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**