**Nazwa przedmiotu:**

Inteligentne maszyny

**Koordynator przedmiotu:**

Rajmund Kożuszek

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Sztuczna inteligencja

**Kod przedmiotu:**

IMA

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1. liczba godzin kontaktowych – 79 godz., w tym
 obecność na wykładach: 30 godz.,
 obecność na ćwiczeniach: 15 godz.,
 obecność na zajęciach laboratoryjnych:30 godz.,
 udział w konsultacjach: 2 godz.,
 obecność na egzaminie: 2 godz.

2. praca własna studenta – 21 godz., w tym
 przygotowanie do kolejnych wykładów i zajęć laboratoryjnych: 10 godz.,
 przygotowanie raportów z zajęć laboratoryjnych: 6 godz. ,
 przygotowanie do egzaminu: 5 godz.

Łączny nakład pracy studenta wynosi 100 godz., co odpowiada 4 pkt. ECTS.

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

3 pkt. ECTS, co odpowiada 79 godz. kontaktowym

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1,5 pkt. ECTS, co odpowiada 41 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Podstawy programowania, Wprowadzenie do sztucznej inteligencji

**Limit liczby studentów:**

60

**Cel przedmiotu:**

Przedmiot ma na celu wprowadzenie studentów w różne aspekty wykorzystania narzędzi informatyki w inteligentnych maszynach. Zagadnienia omawiane w trakcie zajęć obejmują: automatyczną regulację, robotykę mobilną, bezprzewodowe sieci sensorowe, systemy internetu rzeczy (IoT) oraz systemy wizji maszynowej. Jako praktyczny przykład inteligentnego systemu wbudowanego rozważany jest robot mobilny, dla którego studenci mają możliwość zaprojektowania i przetestowania algorytmów regulacji, sieci stacjonarnych i mobilnych czujników oraz systemu wizyjnego.

**Treści kształcenia:**

WYKŁADY:

1. Wprowadzenie: regulamin przedmiotu i zasady zaliczania, platforma dydaktyczna robota mobilnego. (2 godz.).
2. Wizja maszynowa: model kamery, rozpoznawanie obiektów i ich lokalizacja w przestrzeni pracy robota, wykorzystanie splotowych sieci neuronowych. (2 godz.).
3. Regulacja 1: opis procesów dynamicznych w czasie ciągłym i dyskretnym, analiza modeli dynamicznych, przekształcanie modeli, symulacja. (2 godz.).
4. Regulacja 2: projektowanie i symulacja klasycznych algorytmów regulacji opartych na strukturze PID. (1 godz.).
5. Regulacja 3: projektowanie i symulacja algorytmów regulacji w przestrzeni stanu, estymacja stanu. (2 godz.).
6. Regulacja 4: projektowanie i symulacja zaawansowanych algorytmów regulacji predykcyjnej, regulacja wielowymiarowa, regulacja nieliniowa. (3 godz.).
7. Systemy Internetu Rzeczy (IoT): wprowadzenie do systemów IoT i wszechobecnych obliczeń (ang. ubiquitous computing), mobilne sieci ad hoc (MANET), bezprzewodowe sieci sensorowe (WSN) (2 godz.).
8. Sieci WSN jako przykład systemu IoT: sprzęt i oprogramowanie: systemy operacyjne i symulatory. Prezentacja platformy dydaktycznej – przykładowe urządzenia pomiarowe do wykorzystania w ćwiczeniach i laboratoriach (2 godz.).
9. Komunikacja w sieciach WSN: technologie komunikacyjne, modele propagacji radiowej, wybrane protokoły komunikacyjne i algorytmy routingu (2 godz.).
10. Bezpieczeństwo systemów IoT: podatności i możliwe wektory ataku, metody detekcji (1 godz.).
11. Zastosowanie blockchain w systemach IoT: technologia blockchain, jej zastosowanie w aplikacjach IoT (system rozliczeń, cyberbezpieczeństwo) (1 godz.).
12. Robotyka mobilna 1: autonomiczna nawigacja robotów mobilnych, tryby lokomocji, kinematyka robotów kołowych, więzy ruchu: holonomiczne i nieholonomiczne. (2 godz.).
13. Robotyka mobilna 2: budowa mapy środowiska: mapy metryczne (siatki zajętości, mapy kosztów), mapy topologiczne i mapy semantyczne (2 godz.).
14. Robotyka mobilna 3: metody lokalizacji robota: lokalizacja względna (odometria wizyjno-inercyjna) i bezwzględna (latarnie, znaczniki). (2 godz.).
15. Robotyka mobilna 4: metody planowania ruchu robotów mobilnych, uczenie się robotów – przykłady. (2 godz.).
16. Podsumowanie. (2 godz.).

ĆWICZENIA:
1. Programowanie robotów z wykorzystaniem środowiska Robot Operating System (1 godz.).
2. Modelowanie i symulacja robota mobilnego (2 godz.).
3. Projektowanie i symulacja klasycznych algorytmów regulacji opartych na strukturze PID (1 godz.).
4. Projektowanie i symulacja algorytmów regulacji w przestrzeni stanu, estymacja stanu (2 godz.).
5. Projektowanie i symulacja zaawansowanych algorytmów regulacji predykcyjnej, regulacja wielowymiarowa (1 godz.).
6. Prosty system monitorujący poziom oświetlenia – stacjonarne czujniki zlokalizowane w zasięgu stacji bazowej. Pomiary przesyłane do stacji bazowej (1 godz.).
7. System pomiaru temperatury w otoczeniu – realizacja transmisji z wykorzystaniem węzłów pośredniczących. Pomiary przesyłane do stacji bazowej (1 godz.).
8. Algorytm odometrii wizyjno-inercyjnej – dobór parametrów i uruchomienie (1 godz.).
9. Algorytmy budowy mapy siatek zajętości i kosztów – dobór parametrów i uruchomienie (1 godz.).
10. Algorytmy planowania ścieżek ruchu – dobór parametrów i uruchomienie (1 godz.).
11. Metody rozpoznawania i wyszukiwania obiektów w obrazie (2 godz.).
12. Przykładowe zadanie nawigacji autonomicznej dla robota mobilnego (1 godz.).

LABORATORIUM:

1. Projektowanie i weryfikacja sprzętowa algorytmów regulacji robota.
2. Implementacja bezprzewodowej sieci sensorowej zbierającej pomiary z większego obszaru – pomiary zbierane i prezentowane na urządzeniu mobilnym.
3. Implementacja systemu sterowania oświetleniem przy wykorzystaniu pomiarów z stacjonarnych czujników. System lokalizacji węzłów sieci sensorowej (prosta trilateracja).
4. System monitorowania środowiska wykorzystujący bezprzewodową siec sensorową i roboty mobilne.
5. Implementacja systemu autonomicznej nawigacji robota mobilnego – lokalizacja (odometria wizyjno-inercyjna), budowa mapy (siatki zajętości, mapa kosztów) i planowanie ruchu.
6. Implementacja i uruchomienie wizyjnego systemu rozpoznawania obiektów. Implementacja i uruchomienie przykładowego zadania nawigacji autonomicznej oraz poszukiwania obiektów przez robota mobilnego.

**Metody oceny:**

Realizacja przedmiotu obejmuje następujące formy zajęć:
 wykład prowadzony w wymiarze 2 godz. tygodniowo,
 ćwiczenia prowadzone w wymiarze 1 godz. tygodniowo,
 sześć zajęć laboratoryjne w wymiarze 5 godz..

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
 ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych – ocenę sprawozdań z realizacji zadań,
 ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o charakterze problemowym (na egzaminie student może korzystać z tylko własnoręcznie przygotowanych notatek) oraz – w przypadkach szczególnych – na egzaminie ustnym.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. R. C. Dorf, R. H. Bishop: Modern control systems. Addison-Wesley, Reading, 1995.
2. G. F. Franklin, J. D. Powell, and A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2005.
3. K. Ogata: Modern Control Engineering, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2010.
4. P. Tatjewski: Sterowanie zaawansowane obiektów przemysłowych: struktury i algorytmy. Exit, Warszawa, 2016.
5. R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, D. Scaramuzza: Introduction to Autonomous Mobile Robots, The MIT Press, 2nd ed., 2011.
6. S. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Pearson, 3rd ed., 2009.
7. Springer Handbook of Robotics, eds: B. Siciliano, O. Khatib. Springer. 2nd ed. 2016.
8. Robot Operating System, http://www.ros.org/.
9. I.F. Akyildiz, M.C. Vuran, Wireless Sensor Networks, John Wiley & Sons, 2010.
10. R. Verdone, D. Dardari, G. Mazzini, A. Conti, Wireless Sensor Networks and Actuator Networks. Technologies, Analysis and Design, Elsevier, 2008.

**Witryna www przedmiotu:**

https://usosweb.usos.pw.edu.pl/kontroler.php?\_action=katalog2/przedmioty/pokazPrzedmiot&prz\_kod=103A-INSZI-ISP-IMA

**Uwagi:**

(-)

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

zna podstawowe zagadnienia związane z modelowaniem i regulacją procesów dynamicznych

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W02:**

zna podstawowe zagadnienia robotyki mobilnej

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W03:**

zna podstawowe zagadnienia systemów IoT i bezprzewodowych sieci czujników

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

**Charakterystyka W04:**

zna podstawowe zagadnienia systemów wizji maszynowej

Weryfikacja:

Wpisz opis

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** W03, W06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

potrafi zaprojektować i implementować algorytmy regulacji procesów dynamicznych

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U04, U01, U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, P6U\_U

**Charakterystyka U02:**

potrafi programować roboty mobilne

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01, U03, U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U03:**

potrafi wykorzystywać czujniki i budować sieci czujników

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U01, U03, U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U04:**

potrafi programować systemy wizji maszynowej

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U04, U01, U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U05:**

potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty, przedstawić wyniki badań w formie sprawozdania, potrafi uczestniczyć w dyskusji na temat wykonanej pracy i przekonująco przedstawić zalety i wady zastosowanego rozwiązania

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U03, U04, U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, I.P6S\_UK

**Charakterystyka U06:**

potrafi pracować indywidualnie oraz w zespole

Weryfikacja:

laboratorium, egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UO

**Charakterystyka U07:**

ma umiejętność samokształcenia się

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

ma świadomość konieczności komunikowania się z otoczeniem, także pozazawodowym, w sposób zrozumiały dla odbiorcy

Weryfikacja:

laboratorium

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KO