



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Robotyka II: zaawansowane zagadnienia robotyki i percepcji [S1S1E>ROB2]

Przedmiot

Kierunek studiów

Sztuczna inteligencja/Artificial Intelligence

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

prof. dr hab. inż. Piotr Skrzypczyński
piotr.skrzypczynski@put.poznan.pl

Wykładowcy

Wymagania wstępne

Podstawy programowania strukturalnego i obiektowego. Podstawy wizji komputerowej i uczenia maszynowego. Wiedza i umiejętności związane z robotyką, a także znajomość podstawowych narzędzi i metod programowania robotów nabyte na kursie Robotyka I.

Cel przedmiotu

Celem kursu jest rozszerzenie wiedzy i umiejętności związanych z robotyką zdobytych przez studentów Sztucznej Inteligencji na kursie Robotyka I w kierunku bardziej zaawansowanych problemów z zakresu robotyki i percepcji. Robotics II koncentruje się na autonomii robotów - metodach i algorytmach, które pozwalają ucieleśnionym agentom przetwarzać zebrane informacje w świecie fizycznym i podejmować świadome decyzje, opracowywać plany i podejmować działania przy minimalnej interwencji człowieka.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

K1st_W4: zna i rozumie podstawowe techniki, metody, algorytmy i narzędzia stosowane do rozwiązywania problemów informatycznych oraz problemów z zakresu stosowanej sztucznej inteligencji, w tym grupowania, klasyfikacji, optymalizacji i wspomagania decyzji u ucieleśnionych agentów

K1st_W5: ma podstawową wiedzę o kluczowych kierunkach i najważniejszych sukcesach sztucznej inteligencji rozumianej jako istotna subdziedzina informatyki, wykorzystująca osiągnięcia innych dyscyplin naukowych, w tym robotyki, i dostarczająca rozwiązań o dużym znaczeniu praktycznym; zna historię i najnowsze trendy w sztucznej inteligencji i robotyce

K1st_W6: ma podstawową, uporządkowaną i ugruntowaną wiedzę w zakresie architektury komputerów i robotyki, przydatną do modelowania, projektowania i sterowania systemami komputerowymi i robotycznymi

K1st_W9: zna zagadnienia z zakresu cyberbezpieczeństwa i etyki związane z tworzeniem i wykorzystywaniem komputerów, robotów, a w szczególności systemów opartych na Sztucznej Inteligencji

Umiejętności:

K1st_U3: potrafi formułować i rozwiązywać złożone problemy percepcyjne, optymalizacyjne i decyzyjne z zakresu informatyki, a w szczególności sztucznej inteligencji i robotyki, stosując odpowiednio dobrane metody, takie jak algorytmy grupowania, techniki klasyfikacji, podejścia optymalizacyjne, metody przeszukiwania grafów czy narzędzia analizy decyzyjnej

K1st_U7: potrafi przeprowadzić krytyczną analizę i ocenę funkcjonowania systemów komputerowych, metod sztucznej inteligencji i robotyki

K1st_U9: potrafi adaptować istniejące algorytmy oraz formułować i implementować nowatorskie algorytmy, w tym algorytmy typowe dla różnych nurtów AI, takich jak robotyka, uczenie maszynowe, sztuczne sieci neuronowe, wielokryterialna analiza decyzyjna, optymalizacja

K1st_U11: potrafi adaptować i wykorzystywać modele inteligentnych zachowań (np. algorytmy genetyczne, sztuczne sieci neuronowe czy metody wspomagania decyzji) oraz narzędzia komputerowe symulujące takie zachowania dla ucieleśnionych agentów

K1st_U12: potrafi modelować, projektować i sterować prostymi systemami robotycznymi

Kompetencje społeczne:

K1st_K1: rozumie, że w informatyce ze szczególnym uwzględnieniem sztucznej inteligencji wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe, dostrzegając przy tym potrzebę ciągłego doskonalenia oraz podnoszenia własnych kompetencji

K1st_K2: ma świadomość istotności wiedzy i badań naukowych związanych z informatyką i sztuczną inteligencją w rozwiązywaniu praktycznych problemów o kluczowym znaczeniu dla funkcjonowania jednostek, firm, organizacji oraz całego społeczeństwa w takich przykładowych obszarach zastosowań jak transport, ochrona zdrowia, edukacja, bezpieczeństwo publiczne czy rozrywka

K1st_K3: zna przykłady wadliwie działających systemów sztucznej inteligencji, które doprowadziły do strat ekonomicznych, społecznych lub środowiskowych

K1st_K5: potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, m.in. znajdując komercyjne zastosowania dla stworzonych systemów sztucznej inteligencji, mając na uwadze nie tylko korzyści ekonomiczne, ale również aspekty prawne i społeczne

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Test oceniający (pisemny lub on-line w eKursach) przeprowadzany jest na ostatnim wykładzie. Student może zdobyć do 30 punktów odpowiadając na pytania, które są wylosowane z bazy pytań utworzonej z tematów wprowadzonych na wykładzie. Punkty są sumowane, a do uzyskania ocen końcowych stosuje się standardową skalę: <50% - 2,0, [50% , 60%) - 3,0, [60% , 70%) - 3,5, [70% , 80%) - 4,0, [80% , 90%) - 4,5 oraz [90% , 100%] - 5,0.

Zajęcia laboratoryjne: Małe grupy studentów (domyślnie dwuosobowe) przygotowują zadania programistyczne związane z tematyką wykładów. Ocena ustalana jest na podstawie bieżących postępów w realizacji zadania, wprowadzenie każdej kolejnej funkcjonalności przeznaczonej do danego zadania skutkuje uzyskaniem wyższej oceny.

Treści programowe

1. Wprowadzenie - agenci i roboty. Definicje, przykłady robotów autonomicznych, krótka historia relacji pomiędzy badaniami nad robotyką i AI.

2. Roboty autonomiczne - architektury oprogramowania. Podstawowe paradygmaty projektowania oprogramowania w robotyce z naciskiem na roboty mobilne i autonomiczne. Przykład architektury subsumcji. Przykład architektury Motor Schemas. Współczesne architektury wielowarstwowe i rola

oprogramowania pośredniczącego.

3. Pojazdy autonomiczne - architektury oprogramowania. Architektury oprogramowania w samochodach autonomicznych i poziomy autonomii SAE. Architektury wielowarstwowe a systemy typu end-to-end. Podstawowe moduły i funkcje. Bezpieczeństwo w pojazdach autonomicznych.
4. Lokalizacja - dead reckoning i punkty orientacyjne. Podstawowe techniki lokalizacji robotów i pojazdów AGV. Sztuczne i naturalne punkty orientacyjne. Metody triangulacji i trilateracji. Dead reckoning i odometria.
5. Lokalizacja - SLAM I oparty na filtrach (EKF). Wprowadzenie do probabilistycznych modeli ruchu i lokalizacji. Filtr Kalmana i rozszerzony filtr Kalmana dla lokalizacji agenta. Ograniczenia podejścia - linearyzacja i dopasowanie cech. Przykłady zastosowania EKF SLAM.
6. Lokalizacja - SLAM oparty na filtrach II (PF). SLAM jako filtrowanie bayesowskie. Wprowadzenie do metod Particle Filtering i struktura PF dla lokalizacji agenta w środowisku 2D. Implementacja i ograniczenia podejścia. FastSLAM jako rozwiązanie praktyczne.
7. Lokalizacja - zaawansowana & wizualna SLAM. Wprowadzenie do nawigacji wizualnej: SLAM i odometria wizualna. Metody oparte na cechach w nawigacji wizualnej. Metody bezpośrednie w nawigacji wizualnej. SLAM z wykorzystaniem grafów czynnikowych i frameworków optymalizacyjnych.
8. Mapowanie - mapy rastrowe. Wprowadzenie do problemu reprezentacji środowiska w robotyce. Rodzaje map i ich obszary zastosowań. Podejścia do mapowania rastrowego. Podejście bayesowskie jako przykład implementacji. Ograniczenia podejścia bayesowskiego.
9. Mapowanie - mapy oparte na cechach i topologiczne. Mapy oparte na cechach w 2D i 3D. Wykorzystanie map opartych na cechach do lokalizacji. Mapy topologiczne i semantyczne jako reprezentacja wiedzy wysokiego poziomu w robotyce.
10. Planowanie ruchu - planowanie oparte na wyszukiwaniu. Wprowadzenie do planowania ruchu i ścieżki w robotyce. Klasyfikacja podejść do planowania. Metoda grafu widoczności. Metoda grafu Voronoi. Dokładna i aproksymowana dekompozycja przestrzeni w planowaniu ścieżki. Metody oparte na potencjale w planowaniu ruchu.
11. Planowanie ruchu - planowanie oparte na próbkowaniu. Ograniczenia klasycznych algorytmów planowania w robotyce. Wprowadzenie do koncepcji randomizowanego planowania ruchu. Metoda probabilistycznych map drogowych (PRM). Koncepcja planera RRT (Rapidly exploring Random Trees). Analiza algorytmu RRT-Connect i jego implementacja. Rozszerzenia koncepcji RRT.
12. Manipulacja i chwytanie. Podstawowe pojęcia w manipulacji robotycznej. Definicja kontaktów i chwytaków. Chwytyki klasyczne i niedosterowane. Przenoszenie punktów kontaktów i reprezentacji obiektów do manipulacji. Przykłady zastosowań.
13. Uczenie w percepcji robotów. Przegląd wykorzystania technik uczenia maszynowego w percepcji robotów z naciskiem na ekstrakcję cech, mapowanie i segmentację semantyczną.
14. Uczenie w nawigacji robotów. Przegląd wykorzystania technik uczenia maszynowego w nawigacji robotów, ze szczególnym uwzględnieniem uczenia maszynowego w planowaniu ruchu i podejmowaniu decyzji dla autonomii pojazdów.

Tematyka zajęć

1. Wprowadzenie - agenci i roboty. Definicje, przykłady robotów autonomicznych, krótka historia relacji pomiędzy badaniami nad robotyką i AI.
2. Roboty autonomiczne - architektury oprogramowania. Podstawowe paradygmaty projektowania oprogramowania w robotyce z naciskiem na roboty mobilne i autonomiczne. Przykład architektury subsumcji. Przykład architektury Motor Schemas. Współczesne architektury wielowarstwowe i rola oprogramowania pośredniczącego.
3. Pojazdy autonomiczne - architektury oprogramowania. Architektury oprogramowania w samochodach autonomicznych i poziomy autonomii SAE. Architektury wielowarstwowe a systemy typu end-to-end. Podstawowe moduły i funkcje. Bezpieczeństwo w pojazdach autonomicznych.
4. Lokalizacja - dead reckoning i punkty orientacyjne. Podstawowe techniki lokalizacji robotów i pojazdów AGV. Sztuczne i naturalne punkty orientacyjne. Metody triangulacji i trilateracji. Dead reckoning i odometria.
5. Lokalizacja - SLAM I oparty na filtrach (EKF). Wprowadzenie do probabilistycznych modeli ruchu i lokalizacji. Filtr Kalmana i rozszerzony filtr Kalmana dla lokalizacji agenta. Ograniczenia podejścia - linearyzacja i dopasowanie cech. Przykłady zastosowania EKF SLAM.
6. Lokalizacja - SLAM oparty na filtrach II (PF). SLAM jako filtrowanie bayesowskie. Wprowadzenie do metod Particle Filtering i struktura PF dla lokalizacji agenta w środowisku 2D. Implementacja i ograniczenia podejścia. FastSLAM jako rozwiązanie praktyczne.
7. Lokalizacja - zaawansowana & wizualna SLAM. Wprowadzenie do nawigacji wizualnej: SLAM i

odometria wizualna. Metody oparte na cechach w nawigacji wizualnej. Metody bezpośrednie w nawigacji wizualnej. SLAM z wykorzystaniem grafów czynnikowych i frameworków optymalizacyjnych.

8. Mapowanie - mapy rastrowe. Wprowadzenie do problemu reprezentacji środowiska w robotyce. Rodzaje map i ich obszary zastosowań. Podejścia do mapowania rastrowego. Podejście bayesowskie jako przykład implementacji. Ograniczenia podejścia bayesowskiego.

9. Mapowanie - mapy oparte na cechach i topologiczne. Mapy oparte na cechach w 2D i 3D. Wykorzystanie map opartych na cechach do lokalizacji. Mapy topologiczne i semantyczne jako reprezentacja wiedzy wysokiego poziomu w robotyce.

10. Planowanie ruchu - planowanie oparte na wyszukiwaniu. Wprowadzenie do planowania ruchu i ścieżki w robotyce. Klasyfikacja podejść do planowania. Metoda grafu widoczności. Metoda grafu Voronoi. Dokładna i aproksymowana dekompozycja przestrzeni w planowaniu ścieżki. Metody oparte na potencjale w planowaniu ruchu.

11. Planowanie ruchu - planowanie oparte na próbkowaniu. Ograniczenia klasycznych algorytmów planowania w robotyce. Wprowadzenie do koncepcji randomizowanego planowania ruchu. Metoda probabilistycznych map drogowych (PRM). Koncepcja planera RRT (Rapidly exploring Random Trees). Analiza algorytmu RRT-Connect i jego implementacja. Rozszerzenia koncepcji RRT.

12. Manipulacja i chwytanie. Podstawowe pojęcia w manipulacji robotycznej. Definicja kontaktów i chwytaków. Chwyty klasyczne i niedostereowane. Przenoszenie punktów kontaktów i reprezentacji obiektów do manipulacji. Przykłady zastosowań.

13. Uczenie w percepcji robotów. Przegląd wykorzystania technik uczenia maszynowego w percepcji robotów z naciskiem na ekstrakcję cech, mapowanie i segmentację semantyczną.

14. Uczenie w nawigacji robotów. Przegląd wykorzystania technik uczenia maszynowego w nawigacji robotów, ze szczególnym uwzględnieniem uczenia maszynowego w planowaniu ruchu i podejmowaniu decyzji dla autonomii pojazdów.

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacje slajdów ilustrowane przykładami praktycznych zastosowań.

Zajęcia laboratoryjne: rozwiązywanie ilustracyjnych przykładów zaimplementowanych przy użyciu oprogramowania open-source, eksperymenty w symulacjach i na wcześniej zarejestrowanych danych, dyskusja na temat wybranych metod i narzędzi, praca w zespole

Literatura

Podstawowa:

1. S. Thrun, D. Fox, W. Burgard, Probabilistic Robotics, MIT Press, Cambridge, 2005.
2. I. Nourbakhsh, R. Siegwart, D. Scaramuzza, Introduction to Autonomous Mobile Robots, MIT Press, Cambridge, 2011.
3. R. Murphy, Introduction to AI Robotics, 2nd Edition, MIT Press, Cambridge, 2019.

Uzupełniająca:

1. J. Cacace, Mastering ROS for Robotics Programming, Packt Publ., 2018
2. R. Arkin, Behavior-Based Robotics, MIT Press, 1998
3. M. J. Mataric, The Robotics Primer, MIT Press, 2007

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	2,00