



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Percepcja maszynowa [S2SI1E>PMA]

Przedmiot

Kierunek studiów

Sztuczna inteligencja/Artificial Intelligence

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

45

Liczba punktów ECTS

4,00

Koordynatorzy

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

Wykładowcy

mgr inż. Kamil Młodzikowski
kamil.mlodzikowski@put.poznan.pl

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

Damian Sójka
damian.sojka@doctorate.put.poznan.pl

Wymagania wstępne

Wiedza: student rozpoczynający ten kierunek powinien posiadać wiedzę z zakresu matematyki, teorii prawdopodobieństwa oraz podstaw uczenia maszynowego i robotyki. Umiejętności: powinien posiadać umiejętność implementacji algorytmów oraz korzystania z wybranych frameworków programistycznych. Powinien posiadać umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz współpracy w zespole, gdyż kurs zakłada realizację projektów grupowych.

Cel przedmiotu

1. Zapoznanie studentów z podstawami i wybranymi zaawansowanymi zagadnieniami metod percepcji maszyn, algorytmów i zastosowań w wybranych obszarach (robotyka, samochody autonomiczne, drony, automatyka fabryk itp.), z naciskiem na związki ze sztuczną inteligencją i uczeniem maszynowym. 2. Rozwijanie umiejętności implementacji systemów percepcji maszyn z wykorzystaniem zaawansowanych sensorów (LiDAR-y, kamery głębinowe, kamery wizyjne, sensory inercyjne) oraz specjalistycznych frameworków do przetwarzania danych 2D i 3D. Objęte obszary zastosowań obejmują między innymi lokalizację, jednoczesną lokalizację i mapowanie, rekonstrukcję i zrozumienie sceny, segmentację semantyczną, wykrywanie obiektów, śledzenie obiektów. 3. Wykształcenie umiejętności pracy zespołowej nad projektem programistycznym z danymi pochodzącymi z czujników fizycznych poprzez tworzenie w trakcie laboratoriów małych zespołów projektowych. 4. Po ukończeniu przedmiotu student powinien umieć wybrać algorytm AI lub zestaw algorytmów umożliwiających rozwiązanie zadania przetwarzania danych sensorycznych oraz samodzielnie wdrożyć i przetestować taki system.

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza Ma zaawansowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie szeroko rozumianych systemów informatycznych, systemów sztucznej inteligencji, teoretycznych podstaw ich budowy oraz metod, narzędzi i środowisk programistycznych wykorzystywanych do ich implementacji [K2st_W1]

Ma zaawansowaną szczegółową wiedzę dotyczącą wybranych zagadnień z zakresu syntezy programów, w szczególności różnych typów specyfikacji programów, stosowania logicznego rozumowania w celu zapewnienia poprawności programu i wnioskowania o programie spełniającym specyfikację oraz rozumienia, w jaki sposób techniki optymalizacji stochastycznej i uczenia maszynowego mogą być wykorzystywane do rozwiązywania lub ułatwiania rozwiązywania problemów syntezy programów [K2st_W3]

Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najważniejszych osiągnięciach cutting edge w informatyce, sztucznej inteligencji, percepcji maszynowej i robotyce [K2st_W4].

Zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia wykorzystywane do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich oraz prowadzenia badań w zakresie percepcji maszyn z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji [K2st_W6].

Umiejętności Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski oraz formułować i weryfikować hipotezy dotyczące złożonych problemów inżynierskich i prostych problemów badawczych z zakresu percepcji maszyn [K2st_U3].

Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania problemów inżynierskich oraz prostych problemów badawczych z zakresu percepcji maszyn [K2st_U4].

Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także wiedzę z innych dyscyplin naukowych) i stosować podejście systemowe, uwzględniając także aspekty pozatechniczne [K2st_U5].

Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (metod i narzędzi) oraz nowych produktów informatycznych, w szczególności w zakresie percepcji maszynowej [K2st_U6].

Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi do rozwiązania zadania inżynierskiego, polegającego na budowie lub ocenie systemu informatycznego lub jego elementów, z uwzględnieniem ograniczeń tych metod i narzędzi; [K2st_U9].

Potrafi - wykorzystując m.in. nowe koncepcyjnie metody - rozwiązywać złożone zadania obejmujące projektowanie i implementację systemów percepcji maszynowej, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy [K2st_U10].

Kompetencje społeczne Student rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe [K2st_K1].

Student rozumie znaczenie wykorzystywania najnowszej wiedzy z zakresu informatyki w rozwiązywaniu problemów badawczych i praktycznych [K2st_K2].

Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formatywna:

a) wykłady: - zadawanie studentom pytań odnoszących się do materiału prezentowanego na poprzednich wykładach. b) projekt: - ocena realizacji przydzielonych zadań, - ocena postępów w realizacji projektu.

Ocena podsumowująca: a) weryfikacja założonych celów dydaktycznych związanych z wykładami: - Ocena nabytej wiedzy w formie testu na platformie Moodle. Aby uzyskać ocenę pozytywną, student musi uzyskać z testu więcej niż 50% punktów. b) weryfikacja założonych celów dydaktycznych związanych z projektem: -

Ocena realizacji przydzielonych zadań (15 punktów do zaliczenia). - Ocena postępów w realizacji projektu w trakcie semestru (5 punktów do zaliczenia) oraz prezentacja projektu (10 punktów do zaliczenia). Ocena zależy od łącznej liczby zdobytych punktów. Aby uzyskać ocenę pozytywną, student musi uzyskać co najmniej 50% punktów z każdej z wymienionych części.

Treści programowe

Wykłady:

Wprowadzenie. Percepcja maszynowa jako obszar zastosowań AI i ML. Ostatnie postępy i aktualne wyzwania. Percepcja maszynowa w robotyce. Autonomiczna jazda samochodem. Inne praktyczne zastosowania percepcji maszynowej. Czujniki: klasyfikacja i definicje, krótki przegląd technologii i rozwiązań.

Trójwymiarowe widzenie komputerowe. Kształtowanie obrazu i węzły obrazowe. Geometria rzutowa. Modelowanie kamer, macierz projekcyjna, zniekształcenia i artefakty kamery. Kalibracja kamery (intrinsic, extrinsic), Geometria wielu widoków. Stereowizja, ograniczenia epipolarne, rozbieżność, korespondencja. Sparse i dense stereo w zastosowaniach.

Czujniki zasięgu i głębi. Laserowe czujniki zasięgu (LiDAR). Kamery głębi: światło strukturalne, time-of-flight. Tworzenie obrazu, kalibracja, artefakty. Reprezentacje sceny: obrazy głębi i chmury punktów. Przetwarzanie chmur punktów: Point Cloud Library, Iterative Closest Points jako algorytm rejestracji. Chmury punktów w uczeniu maszynowym, PointNet/PointNet++, reprezentacje voxel.

Analiza i rozumienie sceny. Wykrywanie cech nisko i wysokopoziomowych, segmentacja semantyczna, wykrywanie obiektów w kontekście, deep learning dla detekcji i segmentacji obiektów, segmentacja scen 3D.

Lokalizacja i SLAM. SLAM frameworks revisited, visual odometry with classic and deep learning methods, Structure of a modern visual SLAM system. Uczenie end-to-end dla lokalizacji i SLAM. Rozpoznawanie miejsc i topologiczny SLAM.

Systemy wielosensoryczne. Rola systemów wielosensorycznych w percepcji maszynowej i robotyce: przykład odometrii wizualno-inercyjnej. Kalibracja w systemach wielosensorycznych. Factor graph jako narzędzie integracji danych wielosensorycznych. Zastosowania systemów wielosensorycznych.

Projekt:

Zajęcia projektowe (15 x 3 godziny) odbywają się w laboratoriach robotyki i dzielą się na dwa rodzaje:

1. Ćwiczenia związane z materiałem poruszonym na wykładach (5 x 3 godziny) - studenci będą implementować wybrane metody i techniki przetwarzania danych sensorycznych zgodnie z instrukcjami z wykorzystaniem dedykowanych frameworków. Nauczą się również wykorzystywać wybrane sensory fizyczne w kontekście zbierania danych do zadań związanych z AI i uczeniem maszynowym.
2. Realizacja projektów small-scale (10 x 3 godziny) - studenci utworzą grupy projektowe (2 lub 3 osobowe) i wybiorą temat projektu z listy dostarczonej przez nauczyciela. Podczas zajęć będą pracować nad wybranymi projektami i konsultować z nauczycielem postępy i napotkane problemy. Na końcowych zajęciach projektowych studenci zaprezentują wyniki swojego projektu.

Tematyka zajęć

Wykłady:

Wprowadzenie. Percepcja maszynowa jako obszar zastosowań AI i ML. Ostatnie postępy i aktualne wyzwania. Percepcja maszynowa w robotyce. Autonomiczna jazda samochodem. Inne praktyczne zastosowania percepcji maszynowej. Czujniki: klasyfikacja i definicje, krótki przegląd technologii i rozwiązań.

Trójwymiarowe widzenie komputerowe. Kształtowanie obrazu i węzły obrazowe. Geometria rzutowa. Modelowanie kamer, macierz projekcyjna, zniekształcenia i artefakty kamery. Kalibracja kamery (intrinsic, extrinsic), Geometria wielu widoków. Stereowizja, ograniczenia epipolarne, rozbieżność, korespondencja. Sparse i dense stereo w zastosowaniach.

Czujniki zasięgu i głębi. Laserowe czujniki zasięgu (LiDAR). Kamery głębi: światło strukturalne, time-of-flight. Tworzenie obrazu, kalibracja, artefakty. Reprezentacje sceny: obrazy głębi i chmury punktów. Przetwarzanie chmur punktów: Point Cloud Library, Iterative Closest Points jako algorytm rejestracji. Chmury punktów w uczeniu maszynowym, PointNet/PointNet++, reprezentacje voxel.

Analiza i rozumienie sceny. Wykrywanie cech nisko i wysokopoziomowych, segmentacja semantyczna, wykrywanie obiektów w kontekście, deep learning dla detekcji i segmentacji obiektów, segmentacja scen 3D.

Lokalizacja i SLAM. SLAM frameworks revisited, visual odometry with classic and deep learning methods,

Structure of a modern visual SLAM system. Uczenie end-to-end dla lokalizacji i SLAM. Rozpoznawanie miejsc i topologiczny SLAM.

Systemy wielosensoryczne. Rola systemów wielosensorowych w percepcji maszynowej i robotyce: przykład odometrii wizualno-inercyjnej. Kalibracja w systemach wielosensorowych. Factor graph jako narzędzie integracji danych wielosensorycznych. Zastosowania systemów wielosensorowych.

Projekt:

Zajęcia projektowe (15 x 3 godziny) odbywają się w laboratoriach robotyki i dzielą się na dwa rodzaje:

1. Ćwiczenia związane z materiałem poruszonym na wykładach (5 x 3 godziny) - studenci będą implementować wybrane metody i techniki przetwarzania danych sensorycznych zgodnie z instrukcjami z wykorzystaniem dedykowanych frameworków. Nauczą się również wykorzystywać wybrane sensory fizyczne w kontekście zbierania danych do zadań związanych z AI i uczeniem maszynowym.
2. Realizacja projektów small-scale (10 x 3 godziny) - studenci utworzą grupy projektowe (2 lub 3 osobowe) i wybiorą temat projektu z listy dostarczonej przez nauczyciela. Podczas zajęć będą pracować nad wybranymi projektami i konsultować z nauczycielem postępy i napotkane problemy. Na końcowych zajęciach projektowych studenci zaprezentują wyniki swojego projektu.

Metody dydaktyczne

Wykłady: prezentacje multimedialne.

Laboratoria: ćwiczenia praktyczne, rozwiązywanie problemów, dyskusja, praca w zespole, konsultacje, prezentacja wyników projektu.

Literatura

1. S. Thrun, D. Fox, W. Burgard, Probabilistic Robotics, MIT Press, Cambridge, 2005.
2. C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2006.
3. D. A. Forsyth, J. Ponce, Computer Vision: A Modern Approach, 2nd edition, Pearson, 2011.
4. R. Hartley, A. Zisserman, Multiple View Geometry in Computer Vision. 2nd edition, Cambridge University Press, 2004.
5. S. Ranjan, S. Senthilarasu, Applied Deep Learning and Computer Vision for Self-Driving Cars, Packt, 2020.

Uzupełniająca Wybrane prace naukowe związane z kursem.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	40	1,50