

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: Autonomous system (EiTau>SM1-23-AS-grB)
Name:
Nazwa w języku polskim:
Name in Polish:
Nazwa w jęz. angielskim: Autonomous Systems
Name in English:

Dane dotyczące przedmiotu:

Information on course:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki
Course offered by department: Faculty of Automatic Control, Electronics and Computer Science
Przedmiot dla jednostki: Politechnika Śląska
Course for department: Silesian University of Technology

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

ZAL

Default type of course examination report:

ZAL

Język wykładowy:

angielski

Language:

English

Strona WWW:

Course homepage:

<https://platforma.polsl.pl/rau3/course/view.php?id=80231>

Skrócony opis:

Głównym celem tego przedmiotu jest zapewnienie studentom kompleksowej wiedzy na temat systemów autonomicznych opartych na bezzałogowych pojazdach sterowanych (AGV). Kurs wprowadza podstawowe koncepcje związane z projektowaniem, działaniem i sterowaniem AGV, kładąc nacisk na ich zastosowania w nowoczesnym przemyśle i logistyce. Studenci nauczą się korzystać z różnych narzędzi i oprogramowania do celów symulacyjnych, co pozwoli im modelować i analizować zachowanie autonomicznych pojazdów w różnych środowiskach.

Short description:

The main goal of the course is to provide students with a comprehensive understanding of autonomous systems based on unmanned guided vehicles (AGVs). The course introduces fundamental concepts related to the design, operation, and control of AGVs, emphasizing their applications in modern industry and logistics. Students will learn to utilize various tools and software for simulation purposes, enabling them to model and analyze the behavior of autonomous vehicles in different environments.

Opis:

Dodatkowo, kurs obejmuje zagadnienia dotyczące Zaawansowanych Systemów Asystowania Kierowcy (ADAS), podkreślając ich kluczowe komponenty i funkcje mające na celu poprawę bezpieczeństwa, komfortu i efektywności. Tematyka obejmuje adaptacyjne tempomaty, systemy utrzymania pasa ruchu, unikanie kolizji, asystent parkowania oraz inne funkcje bezpieczeństwa. Uczestnicy zdobędą wiedzę na temat działania tych systemów, ich integracji z architekturami sterowania pojazdów oraz roli percepcji, podejmowania decyzji i algorytmów sterowania w pojazdach autonomicznych i półautonomicznych. Celem kursu jest zapewnienie solidnej podstawy do dalszych studiów lub pracy nad rozwojem pojazdów autonomicznych oraz systemów inteligentnego transportu.

Wykłady:

Wprowadzenie do systemów autonomicznych – Podstawowe koncepcje, poziomy autonomii, percepcja otoczenia dla AGV i pojazdów, opis systemów ADAS (Zaawansowanych Systemów Asystowania Kierowcy). Kinematyka ruchu, Podstawy sterowania AGV oraz Fuzja danych dla lokalizacji, obejmujące matematyczny opis ruchu i pozycjonowania pojazdu. Analiza podstawowych koncepcji systemów sterowania używanych do kierowania zachowaniem AGV, w tym strategię sterowania otwarto- i zamkniętokontrolowanego. Szczególną uwagę poświęcono technikom fuzji danych dla precyzyjnej lokalizacji, łącząc informacje z różnych sensorów, takich jak GPS, IMU, LIDAR i kamery, w celu poprawy dokładności i odporności na warunki środowiskowe. Kurs obejmuje także przykład sterowania rozmytego, demonstrujący, jak logika rozmyta może być wykorzystana do tworzenia inteligentnych systemów sterowania obsługujących niepewność i nieliniowość, co zwiększa stabilność i wydajność nawigacji i sterowania AGV.

Systemy parkowania automatycznego – Coraz większe znaczenie systemów parkowania automatycznego wynika z wyzwań, przed którymi stoją tradycyjne rozwiązania w zakresie bezpieczeństwa i efektywności w miastach. Wykład obejmuje różne aspekty, w tym historię, typy i technologie tych systemów. Analizuje także problemy i potencjalne rozwiązania związane z "puzzle-based parking". Dodatkowo, podkreślono rolę oprogramowania symulacyjnego jako narzędzia do dokładnego modelowania i mapowania zjawisk w realnym środowisku z użyciem wzorów matematycznych. Tematyka obejmuje definicję i zastosowania symulacji, architekturę wysokiego poziomu stosowaną w rozproszonych systemach symulacyjnych oraz środowisko MATLAB, podkreślając jego rolę w projektowaniu i analizie systemów.

Systemy wizji i uczenie maszynowe dla ADAS – Wykład wprowadza podstawy wizji komputerowej i uczenia maszynowego w kontekście Zaawansowanych Systemów Asystowania Kierowcy. Omówiono architektury sensorów, przetwarzanie danych wizualnych, techniki wykrywania obiektów, segmentację semantyczną, estymację głębokości i implementację systemów czasu rzeczywistego. Dodatkowo, analiza obejmuje aktualne trendy w dziedzinie, wyzwania etyczne związane z technologiami autonomicznych pojazdów oraz możliwości rozwoju pełnej autonomii jazdy.

Systemy radarowe i LIDAR w motoryzacji

Wykład koncentrował się na technologiach radarowych i LIDAR stosowanych we współczesnych ADAS i pojazdach autonomicznych. Omówiono różne typy sensorów, zasady ich działania, odporność na warunki środowiskowe oraz ich mocne i słabe strony. Duży nacisk położono na fuzję sensorów, ilustrując, jak integracja danych z radarów, LIDAR i wizji umożliwia wiarygodne i precyzyjne postrzeganie w

trudnych warunkach jazdy. Zajęcia zwięźczyła demonstracja na żywo, pokazująca przetwarzanie i filtrowanie chmury punktów uzyskanej z czujnika LIDAR.

Przegląd technologii komunikacyjnych w systemach autonomicznych
Wykłady obejmowały kluczowe typy komunikacji, takie jak V2V (Vehicle-to-Vehicle), V2I (Vehicle-to-Infrastructure), V2P (Vehicle-to-Pedestrian) i V2N (Vehicle-to-Network), podkreślając ich kluczowe role w koordynacji ruchu, bezpieczeństwie i interakcji z infrastrukturą. Porównano technologie DSRC i C-V2X, przedstawiono praktyczne przykłady zastosowań oraz prognozy rozwoju do 2030 roku. Poruszono także główne wyzwania, takie jak standaryzacja, cyberbezpieczeństwo i interoperacyjność systemów na różnych platformach.

.PROJEKTY:
Studenci pracują w zespołach nad praktycznymi projektami, badając zaawansowane wyzwania związane z projektowaniem i optymalizacją systemów autonomicznych. Tematy projektów skupiają się na problemach związanych z pozycjonowaniem, takich jak samokalibracja systemu, korekta błędów oparta na uczeniu maszynowym, optymalizacja transmisji sygnałów i strategię rozmieszczenia sensorów. Dodatkowo rozważane są zagadnienia wpływu protokołów komunikacyjnych na niezawodność pozycjonowania i reakcyjność systemu. Celem jest symulacja złożoności nowoczesnych systemów pozycjonowania i lokalizacji, analizując ich wydajność przy różnych konfiguracjach sprzętowych i warunkach środowiskowych.

Format i ocena projektu:
Projekt zespołowy (4–6 osób)
Czas trwania: cały semestr
Tematy są przydzielane lub proponowane przez studentów (po zatwierdzeniu)

Ilość godzin zajęć z udziałem nauczycieli akademickich lub innych prowadzących:

Wykład: 15 godz.
Projekt: 15 godz.

Praca własna studentów:
Przygotowanie do projektu: 5 godz.
Eksperymenty (w tym symulacje): 20 godz.
Upowszechnianie wyników projektu: 5 godz.

Razem obciążenie: 60 godz.
Liczba punktów ECTS: 2

Description:

Additionally, the course describes Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), highlighting their key components and functions designed to improve safety, comfort, and efficiency. Topics include adaptive cruise control, lane keeping systems, collision avoidance, parking assistance, and other safety features. Students will gain an understanding of how these systems work, their integration into vehicle control architectures, and the role of perception, decision-making, and control algorithms in autonomous and semi-autonomous vehicles. The course aims to lay a solid foundation for further study or work in autonomous vehicle development and intelligent transportation systems.

LECTURES:

- Introduction to Autonomous Systems. Basic concepts, level of autonomy, surroundings perception for AGV and vehicles, description of ADAS (Adaptive Driver Assistance Systems). Motion Kinematics, Fundamentals of AGV Control, and Data Fusion for Localization, covering the mathematical description of vehicle movement and positioning. It explores the fundamental concepts of control systems used to direct AGV behavior, including open-loop and closed-loop control strategies. A key focus is on data fusion techniques for accurate localization, combining information from multiple sensors such as GPS, IMUs, LIDAR, and cameras to improve positioning accuracy and robustness in various environments. The course also presents an example of fuzzy control, demonstrating how fuzzy logic can be used to develop intelligent control systems that handle uncertainty and nonlinearities, enhancing the stability and performance of AGV navigation and control tasks.
- Automated parking systems are gaining increasing relevance as traditional parking solutions face challenges in meeting safety and efficiency standards in urban areas. The lecture covers various aspects, including the history, types, and underlying technologies of these systems. It also discusses problems and potential solutions associated with puzzle-based parking. Additionally, simulation software is highlighted as a powerful tool for accurately modeling and mapping real-world phenomena using mathematical formulas. Topics include the definition and applications of simulation, high-level architecture used in distributed simulation systems, and the MATLAB environment, emphasizing its role in system design and analysis.
- Vision Systems and Machine Learning for ADAS
This lecture introduced the fundamentals of computer vision and machine learning within the context of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Key topics covered included sensor architectures, processing of visual data, object detection techniques, semantic segmentation, depth estimation, and the implementation of real-time systems. The session also examined current trends in the field, discussed ethical challenges associated with autonomous driving technologies, and explored the pathway toward achieving full driving autonomy.
- Radar and LIDAR Systems in Automotive
This lecture focused on radar and LIDAR technologies used in modern ADAS and autonomous vehicles. It covered different sensor types, their operating principles, environmental robustness, and their respective strengths and limitations. A major emphasis was placed on sensor fusion, illustrating how integrating radar, LIDAR, and vision data enables reliable and precise perception in real-world driving conditions. The session concluded with a live demonstration showing the processing and filtering of a point cloud obtained from a LIDAR sensor.
- An overview of communication technologies in autonomous systems, with a focus on Vehicle-to-Everything (V2X) communication. The lectures covered key types such as V2V (Vehicle-to-Vehicle), V2I (Vehicle-to-Infrastructure), V2P (Vehicle-to-Pedestrian), and V2N (Vehicle-to-Network), highlighting their critical roles in traffic coordination, safety, and interaction with infrastructure. The session compared DSRC and C-V2X technologies, outlined practical use cases, and presented real-world examples. Additionally, it included development forecasts up to 2030 and addressed major challenges such as standardization, cybersecurity, and system interoperability across different

platforms.

PROJECTS:

students work in teams on hands-on projects exploring advanced challenges in the design and optimization of autonomous systems. Project topics focus on real-world issues related with positioning such as system self-calibration, machine learning–based error correction, signal transmission optimization, and sensor placement strategies. Additional areas include the impact of communication protocols on positioning reliability and system responsiveness. The goal is to simulate the complexity of modern positioning and localization systems by analyzing their performance under varying hardware configurations and environmental conditions.

Project Format and Evaluation

Team-based project (4–6 students)

Project duration: throughout the semester

Topics are assigned or proposed by students (upon approval)

The number of hours of classes with direct participation of academic teachers or other persons teaching courses and students. Contact hours:

Lecture: 15h

Project: 15h

Student's own work:

Project preparation: 5h

Experiments (including simulations): 20h

Project dissemination: 5h

Total workload: 60

Number of ECTS credits: 2

Literatura:

Yalcin, A. Koberstein, and K.-O. Schocke, 'An optimal and a heuristic algorithm for the single-item retrieval problem in puzzle-based storage systems with multiple escorts', International Journal of Production Research, vol. 57, no. 1, pp. 143–165, Jan. 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1461952.

H. Yu, Y. Yu, and R. de Koster, 'Dense and fast: Achieving shortest unimpeded retrieval with a minimum number of empty cells in puzzle-based storage systems', IIE Transactions, vol. 55, no. 2, pp. 156–171, Feb. 2023, doi: 10.1080/24725854.2021.2010151.

- https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122100_122199/122185/14.03.00_60/ts_122185v140300p.pdf

- <https://blog.rgbsi.com/7-types-of-vehicle-connectivity>

- autocrypt.ioettifos.com

Bibliography:

Yalcin, A. Koberstein, and K.-O. Schocke, 'An optimal and a heuristic algorithm for the single-item retrieval problem in puzzle-based storage systems with multiple escorts', International Journal of Production Research, vol. 57, no. 1, pp. 143–165, Jan. 2019, doi: 10.1080/00207543.2018.1461952.

H. Yu, Y. Yu, and R. de Koster, 'Dense and fast: Achieving shortest unimpeded retrieval with a minimum number of empty cells in puzzle-based storage systems', IIE Transactions, vol. 55, no. 2, pp. 156–171, Feb. 2023, doi: 10.1080/24725854.2021.2010151.

- https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/122100_122199/122185/14.03.00_60/ts_122185v140300p.pdf

- <https://blog.rgbsi.com/7-types-of-vehicle-connectivity>

- autocrypt.ioettifos.com

Efekty uczenia się:

Wiedza

Student zna i rozumie:

- zagadnienia związane z pozyskiwaniem danych ze środowiska pojazdu autonomicznego oraz wykorzystywaniem metod sztucznej inteligencji w procesie analizy danych i podejmowania decyzji (K2A_W08)

Umiejętności

Student potrafi:

-przeprowadzać eksperymenty symulacyjne z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi komputerowych oraz prezentować wyniki wraz z omówieniem (K2A_U02)

stosować wiedzę z zakresu sztucznej inteligencji do rozwiązywania praktycznych problemów (K2A_U07)

Kompetencje społeczne

Student jest gotowy:

-krytycznie oceniać rozwiązania, rozpoznawać znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu praktycznych problemów oraz konsultować się z ekspertami (K2A_K03)

Learning outcomes:

Knowledge

The student knows and understands:

issues related to obtaining data from the environment of an autonomous vehicle and the use of artificial intelligence methods in the process of data analysis and decision-making (K2A_W08)

Skills

The student is able to:

- conduct simulation experiments using advanced computer tools and present the results along with a discussion (K2A_U02)

- use knowledge from artificial intelligence to solve practical problems (K2A_U07)

Social

The students is ready to:

- critical evaluation of solutions, the need to recognize the importance of knowledge in solving practical problems and seeking expert

opinions (K2A K03).

Metody i kryteria oceniania:

Zgodnie z regulaminem SUT, obecność na wykładach jest dobrowolna, ale zalecana.
Warunkiem zaliczenia kursu jest przygotowanie, opisanie i prezentacja projektu.

Projekt obejmuje następujące elementy:

Dokument wyjściowy / specyfikacyjny projektu – opisujący cel(a) studenta oraz podział pracy wśród uczestników.

Prezentacja śródsesemestralna

Prezentacja końcowa

Raport (minimum 1500 słów na osobę)

Demonstracja, kod źródłowy oraz powtarzalność wyników

Specyficzne wymagania dotyczące raportu:

Należy napisać wstęp / przegląd literatury, zawierający minimum 1-2 artykuły naukowe (minimum 300 słów wraz z wykresami, ilustracjami).

Opisać zadanie badawcze (brak limitu słów, raport musi zawierać wszystkie podjęte przez Ciebie zadania badawcze, minimum 900 słów).

Sformułować wnioski (maks. 300 słów).

Ocena końcowa jest obliczana na podstawie prezentacji, raportu oraz trudności projektu, zaokrąglana według skali ocen uczelni.

Program nauczania obowiązuje od roku akademickiego 2024/25 i jego treść nie może być zmieniana w trakcie semestru.

Assessment methods and assessment criteria:

According to SUT regulations, lecture attendance is optional (although highly recommended).

The condition for passing the course is to create, describe and present a project.

A project contains the following elements:

- Project brief / specification document. Describing a student goal(s) and work distribution among students.
- Mid-term presentation
- Final presentation.
- Report (min. 1500 words per student)
- Demo, code and reproducibility of results

A report specific requirements:

- write an introduction/preliminary literature overview containing min. 1-2 scientific papers, (min. 300 words and figures)
- describe the research task, (no limit, the report must contain all your research tasks, min. 900 words)
- draw some conclusions (max. 300 words).

The final grade is calculated based on presentation, report and project difficulties, rounded according to the university grading scale.

The syllabus is valid from the 2024/25 academic year, and its content cannot be changed during the semester.

Punkty przedmiotu w cyklach:

Course credits in various terms:

<bez przypisanego programu>

<without a specific program>

Typ punktów Type of credits	Liczba Number	Cykl pocz. First term	Cykl kon. Last term
Europejski System Transferu Punktów (ECTS) European Credit Transfer System (ECTS)	2	2023/2024-L	