

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA
CZĘSTOCHOWA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

PROGRAM STUDIÓW
STUDY PROGRAM

**Nazwa kierunku studiów: Sztuczna Inteligencja i Robotyka/
Artificial Intelligence and Robotics**

Cykl kształcenia rozpoczynający się od roku akademickiego 2026/2027
Study cycle beginning in the 2026/2027 academic year

Poziom/ Level: **studia drugiego stopnia/ second-cycle studies**

Profil/ Profile: **ogólnoakademicki/ general academic**

Forma studiów/ Study format: **studia stacjonarne/ full-time studies**

Tytuł zawodowy/ Professional title: **magister inżynier**

1. Ogólna charakterystyka kierunku studiów/General characteristics of the field of study:

| Podstawowe informacje o kierunku/ Basic information about the field of study | |
|--|---|
| Nazwa kierunku studiów/ Name of the field of study | Sztuczna Inteligencja i Robotyka/ Artificial Intelligence and Robotics |
| Poziom/ Level: | studia drugiego stopnia, 7 poziom PRK/ Second-cycle studies, PRK level 7 |
| Profil/ Profile: | Ogólnoakademicki/ General academic |
| Forma lub formy studiów/ Form(s) of study: | Studia stacjonarne/ Full time |
| Liczba semestrów/ Number of semesters: | 4 |
| Język kształcenia/ Language of education: | Angielski/ English |
| Klasyfikacja ISCED/ ISCED classification: | 0619 |
| Łączna liczba punktów ECTS, konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie/ Total number of ECTS credits required to complete studies at this level: | 120 |
| Łączna liczba godzin zajęć konieczna do ukończenia studiów/ Total number of course hours required to complete studies: | 1504 |
| Praca dyplomowa/ Final thesis | TAK/ YES |
| Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta/ Professional title obtained by the graduate: | magister inżynier |
| Zakresy (jeśli dotyczy)/ Scopes (if applicable) | nie dotyczy/ not applicable |

| Dziedziny i dyscypliny naukowe, do których odnoszą się efekty uczenia się/ Fields and disciplines to which the learning outcomes apply | | | |
|--|---|---|--|
| | Dziedzina/ Field | Dyscyplina/ Discipline | Udział % (liczby łącznie całkowite)/ % (total integers) |
| Dyscyplina wiodąca (przypisano ponad 50% efektów uczenia się)/ Leading discipline (over 50% of learning outcomes assigned): | dziedzina nauk inżynieryjno- technicznych /Engineering and technical sciences | Informatyka techniczna i telekomunikacja/ Information technology and telecommunications | 100% |

2. A description of the graduate's profile, including a description of the general educational objectives and employment and continuing education opportunities for graduates/
 Opis sylwetki absolwenta, obejmujący opis ogólnych celów kształcenia oraz możliwości zatrudnienia i kontynuacji kształcenia przez absolwentów studiów

Graduate Profile – Level 7 Polish Qualifications Framework (PRK) /
 European Qualifications Framework (EQF)

A graduate of the study programme in Artificial Intelligence and Robotics obtains the professional title of “Magister Inżynier” in Artificial Intelligence and Robotics. The graduate possesses an advanced and comprehensive set of knowledge, skills, and competencies enabling them to design, develop, integrate, and evaluate intelligent systems and robotic solutions, as well as to conduct independent research in the field. The programme has a general academic profile, providing a solid theoretical and methodological foundation necessary for undertaking further scientific research and doctoral studies.

1) Advanced Theoretical Knowledge

The graduate demonstrates in-depth knowledge of mathematics, statistics, algorithms, advanced machine learning, computer vision, natural language processing, neural networks (including deep and reinforcement learning), and other specialised areas relevant to artificial intelligence and robotics. He understands the theoretical foundations of intelligent agents, autonomous decision-making, and robotic control systems.

2) Programming and Systems Development

The graduate is proficient in programming languages commonly used in AI and robotics. He can design, implement, optimise, and integrate complex AI and robotic systems, leveraging state-of-the-art libraries, frameworks, and simulation environments.

3) Machine Learning and Data Science

The graduate has an advanced understanding of supervised, unsupervised, and reinforcement learning techniques, and can select and apply appropriate models for diverse and complex tasks. He is skilled in data acquisition, cleaning, analysis, visualisation, and the deployment of scalable AI solutions.

4) Natural Language Processing and Multimodal Systems

The graduate can analyse and process natural language and other multimodal data, integrating speech, text, and vision processing into intelligent systems such as conversational agents, translation systems, and semantic understanding modules.

5) Neural Architectures and Deep Learning

The graduate can design, train, and evaluate advanced neural architectures, including convolutional, recurrent, transformer-based, graph neural networks, and hybrid models for robotics applications.

6) Robotics and Autonomous Systems

The graduate possesses advanced knowledge of robotic kinematics, dynamics, perception, control, and planning. He can design algorithms for autonomous navigation, manipulation, and human–robot interaction.

7) Problem-Solving and Innovation

The graduate can identify, formulate, and solve open-ended AI and robotics challenges, developing innovative approaches grounded in scientific methodology and engineering practice.

8) Ethics, Law, and Societal Impact

The graduate demonstrates a critical awareness of the ethical, legal, and societal implications of AI and robotics, including privacy, fairness, transparency, safety, and sustainability, and can integrate these considerations into system design and deployment.

9) Communication and Leadership

The graduate can effectively communicate complex technical concepts to both specialist and non-specialist audiences, lead interdisciplinary teams, and collaborate in international research and development projects.

10) Research and Development Practice

The graduate is capable of conducting independent research, critically analysing scientific literature, designing experiments, validating results, and publishing findings in peer-reviewed venues.

11) Lifelong Learning and Adaptability

The graduate is prepared for continuous professional development, staying up to date with emerging AI and robotics technologies, methodologies, and interdisciplinary applications.

Career Opportunities

Graduates are highly sought after in sectors such as advanced manufacturing, autonomous systems, healthcare technology, defence, logistics, finance, and entertainment. They may work as AI/Robotics Engineers, Machine Learning Specialists, Data Scientists, Research Scientists,

System Architects, or Founders of technology start-ups.

Thanks to the general academic profile, graduates are also fully prepared to pursue doctoral studies (PhD) and engage in advanced scientific research, both in Poland and internationally.

A graduate of the Artificial Intelligence and Robotics program has the knowledge and skills necessary for modern data analysis and knows English at the B2+ level of proficiency of the European Framework of Reference for Languages of the Council of Europe and has the ability to use specialized language.

Profil Absolwenta – Poziom 7 Polskich Ram Kwalifikacji (PRK) / Europejskich Ram Kwalifikacji (ERK)

Absolwent studiów na kierunku Sztuczna Inteligencja i Robotyka otrzymuje tytuł magistra inżyniera w zakresie Sztucznej Inteligencji i Robotyki. Absolwent posiada zaawansowany i kompleksowy zbiór wiedzy, umiejętności i kompetencji, umożliwiających mu projektowanie, rozwijanie, integrowanie i ocenę inteligentnych systemów i rozwiązań robotycznych, a także prowadzenie samodzielnych badań w tej dziedzinie. Program studiów ma profil ogólnoakademicki, zapewniający solidne podstawy teoretyczne i metodologiczne niezbędne do podejmowania dalszych badań naukowych i kontynuowania nauki w szkole doktorskiej.

1) Zaawansowana wiedza teoretyczna

Absolwent wykazuje dogłębną wiedzę z zakresu matematyki, statystyki, algorytmów, zaawansowanego uczenia maszynowego, wizji komputerowej, przetwarzania języka naturalnego, sieci neuronowych (w tym uczenia głębokiego i wzmacniającego) oraz innych specjalistycznych dziedzin związanych ze sztuczną inteligencją i robotyką. Rozumie teoretyczne podstawy inteligentnych agentów, autonomicznego podejmowania decyzji i systemów sterowania robotami.

2) Programowanie i rozwój systemów

Absolwent posługuje się biegle językami programowania powszechnie używanymi w sztucznej inteligencji i robotyce. Potrafi projektować, wdrażać, optymalizować

i integrować złożone systemy sztucznej inteligencji i robotyki, wykorzystując najnowocześniejsze biblioteki, frameworki i środowiska symulacyjne.

3) Uczenie maszynowe i nauka o danych

Absolwent posiada zaawansowaną wiedzę na temat technik uczenia nadzorowanego, nienadzorowanego i uczenia ze wzmocnieniem oraz potrafi dobierać i stosować odpowiednie modele do zróżnicowanych i złożonych zadań. Posiada umiejętności w zakresie pozyskiwania, oczyszczania, analizy, wizualizacji i wdrażania skalowalnych rozwiązań sztucznej inteligencji.

4) Przetwarzanie języka naturalnego i systemy multimodalne

Absolwent potrafi analizować i przetwarzać język naturalny oraz inne dane multimodalne, integrując przetwarzanie mowy, tekstu i obrazu w inteligentnych systemach, takich jak agenci konwersacyjni, systemy tłumaczeniowe i moduły rozumienia semantycznego.

5) Architektury neuronowe i głębokie uczenie

Absolwent potrafi projektować, trenować i oceniać zaawansowane architektury neuronowe, w tym splotowe, rekurencyjne, transformatorowe, grafowe sieci neuronowe i modele hybrydowe dla zastosowań robotyki.

6) Robotyka i systemy autonomiczne

Absolwent posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu kinematyki, dynamiki, percepcji, sterowania i planowania robotów. Potrafi projektować algorytmy autonomicznej nawigacji, manipulacji i interakcji człowiek-robot.

7) Rozwiązywanie problemów i innowacje

Absolwent potrafi identyfikować, formułować i rozwiązywać otwarte wyzwania w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki, opracowując innowacyjne podejścia oparte na metodologii naukowej i praktyce inżynierskiej.

8) Etyka, prawo i wpływ społeczny

Absolwent wykazuje krytyczną świadomość etycznych, prawnych i społecznych implikacji sztucznej inteligencji i robotyki, w tym prywatności, uczciwości, przejrzystości, bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju, i potrafi uwzględniać te zagadnienia w projektowaniu i wdrażaniu systemów.

9) Komunikacja i przywództwo

Absolwent potrafi skutecznie komunikować złożone koncepcje techniczne zarówno specjalistom, jak i odbiorcom niespecjalistycznym, kierować zespołami interdyscyplinarnymi i współpracować w międzynarodowych projektach badawczo-rozwojowych.

10) Praktyka badawczo-rozwojowa

Absolwent potrafi prowadzić niezależne badania, krytycznie analizować literaturę naukową, projektować eksperymenty, weryfikować wyniki i publikować je w recenzowanych publikacjach.

11) Uczenie się przez całe życie i zdolność adaptacji

Absolwent jest przygotowany do ciągłego rozwoju zawodowego, będąc na bieżąco z nowymi technologiami, metodologiami i zastosowaniami interdyscyplinarnymi w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki.

Możliwości kariery

Absolwenci kierunku Artificial Intelligence and Robotics / Sztuczna Inteligencja i Robotyka są bardzo poszukiwani w sektorach takich jak: zaawansowana produkcja, systemy autonomiczne, technologie opieki zdrowotnej, obronność, logistyka, finanse i rozrywka. Mogą pracować jako inżynierowie sztucznej inteligencji/robotyki, specjaliści ds. uczenia maszynowego, analitycy danych, badacze naukowci, architekci systemów lub założyciele startupów technologicznych.

Dzięki ogólnoakademickiemu profilowi absolwenci są również w pełni przygotowani do podjęcia studiów w szkole doktorskiej i angażowania się w zaawansowane badania naukowe, zarówno w kraju, jak i za granicą.

Absolwent kierunku Sztuczna inteligencja i robotyka posiada wiedzę oraz umiejętności konieczne do nowoczesnej analizy danych oraz zna język angielski na poziomie biegłości B2+ Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz posiada umiejętność posługiwania się językiem specjalistycznym.

3. Parametric characteristics of the field of study / Parametryczna charakterystyka kierunku studiów:

| Summary indicators characterizing the study program/ Sumaryczne wskaźniki charakteryzujące program studiów | | |
|---|---------------------------------------|---------------------------------|
| Indicator Description/ Opis wskaźnika | Number of hours/ Liczba godzin | ECTS Points/ Punkty ECTS |
| Number of hours of classes taught in the field of study by teachers employed at the University as their primary place of work/ Liczba godzin zajęć prowadzonych na kierunku studiów przez nauczycieli zatrudnionych w Uczelni jako podstawowym miejscu pracy | 1084 | |

| | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <p>Number of ECTS credits that a student must earn for foreign language classes/ Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego</p> | | 2 |
| <p>The duration of professional internships and the number of ECTS credits that a student must earn for these internships/ Wymiar praktyk zawodowych oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach tych praktyk</p> | Not applicable/ nie dotyczy | Not applicable/ nie dotyczy |
| <p>Number of ECTS credits for the leading scientific discipline/ Liczba punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej</p> | | 120 |
| <p>Total number of ECTS credits that a student must earn for classes conducted with the direct participation of academic teachers or other instructors/ Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia</p> | | 60,64 |
| <p>Number of ECTS credits that a student must earn for classes in the humanities or social sciences (no less than 5 ECTS credits), in the case of fields of study assigned to disciplines within fields other than the humanities or social sciences/ Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniejszą niż 5 punktów ECTS), w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne</p> | | 5 |
| <p>Number of ECTS credits that a student must earn for classes subject to student choice/ Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta</p> | | 42 |
| <p>Number of hours of physical education classes for which neither learning outcomes nor ECTS credits are assigned/ Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego, którym nie przypisuje się ani efektów uczenia się, ani punktów ECTS</p> | Not applicable/ nie dotyczy | Not applicable/ nie dotyczy |

| | | |
|---|--|-------------|
| <p>Number of ECTS credits assigned to classes related to Research activities conducted at the University in the discipline(s) to which the field of study is assigned/ Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów</p> | | 74 |
| <p>Number of ECTS credits assigned to classes preparing students to conduct or participate in research activities/ Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć przygotowujących studentów do prowadzenia działalności naukowej lub udział w tej działalności</p> | | 47 |
| <p>Number of ECTS credits assigned to classes developing practical skills/ Liczba punktów ECTS przypisanych do zajęć kształtujących umiejętności praktyczne</p> | | 45,2 |

4. Description of the rules and forms of student internships, if the study program provides for them/ Opis zasad i formy odbywania praktyk studenckich, o ile przewiduje je program studiów
Not applicable / Nie dotyczy

5. Description of learning outcomes for the field of study: Artificial Intelligence and Robotics /

Opis efektów uczenia się dla kierunku: Sztuczna Inteligencja i Robotyka

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| Poziom i forma studiów: | <i>drugiego stopnia</i> | <i>stacjonarne</i> | | |
| Profil: | <i>ogólnoakademicki</i> | | | |
| Symbol kierunkowego efektu uczenia się | Opis kierunkowego efektu uczenia się | Symbol uniwersalnej charakterystyki pierwszego stopnia dla poziomu*) | Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie**) | Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich***) |
| | | 7 | 7 | 7 |
| A person with a second-degree qualification: Osoba posiadająca kwalifikacje <i>drugiego stopnia</i> : | | | | |
| w zakresie wiedzy**** | | | | |
| K_W01 | Possesses advanced engineering knowledge of fundamental issues in the field of programming, robotics and technical information systems. <i>Posiada zaawansowaną wiedzę inżynierską nt. podstawowych zagadnień programowania, robotyki i systemów informatyki technicznej.</i> | P7S_WG | P7S_WG | P7S_WG |

| | | | | |
|--------------|--|--------------|---------------|---------------|
| K_W02 | <p>Possesses deep knowledge of fundamental concepts of artificial intelligence, including machine learning, neural architectures, reasoning and problem solving, knowledge engineering, and decision making.</p> <p><i>Posiada głęboką wiedzę na temat podstawowych pojęć dotyczących sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego, architektur neuronowych, wnioskowania i rozwiązywania problemów, inżynierii wiedzy, podejmowania decyzji.</i></p> | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG |
| K_W03 | <p>Possesses up-to-date knowledge of perception and control methods such as computer vision, natural language processing, recognition, autonomous systems and generative artificial intelligence.</p> <p><i>Posiada aktualną wiedzę na temat metod dla percepcji i sterowania, takich jak widzenie komputerowe, przetwarzanie języka naturalnego, rozpoznawanie, systemy autonomiczne i generatywna sztuczna inteligencja.</i></p> | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG |
| K_W04 | <p>Possesses knowledge in robotics principles, including kinematics, dynamics, control systems, and sensor integration.</p> <p><i>Posiada wiedzę na temat zasad robotyki, w tym kinematyki, dynamiki, systemów sterowania i integracji czujników.</i></p> | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG |

| | | | | |
|--------------|--|--------------|---------------|---------------|
| K_W05 | <p>Possesses knowledge in interdisciplinary applications of Artificial Intelligence and robotics in related fields such as medicine, manufacturing, and smart environments.</p> <p><i>Posiada wiedzę na temat interdyscyplinarnych zastosowań sztucznej inteligencji i robotyki w powiązanych dziedzinach takich jak medycyna, produkcja i inteligentne środowisko.</i></p> | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG |
| K_W06 | <p>Possesses knowledge in ethical, legal, and societal implications of Artificial Intelligence and robotics technologies and of general and specialist vocabulary of a foreign language at the B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages.</p> <p><i>Posiada wiedzę na temat etycznych, prawnych i społecznych implikacji technik sztucznej inteligencji i robotyki oraz w zakresie słownictwa ogólnego i specjalistycznego języka obcego na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.</i></p> | P7U_W | P7S_WK | |
| K_W07 | <p>Possesses in-depth knowledge, detailed in advanced methods and techniques used in areas related to scientific activities conducted at the university.</p> <p><i>Posiada pogłębioną wiedzę uszczegółowioną o zaawansowane metody i techniki stosowane w obszarach powiązanych z działalnością naukową prowadzoną na uczelni.</i></p> | P7U_W | P7S_WG | |

| w zakresie umiejętności**** | | | | |
|-----------------------------|--|---------------|---------------|---------------|
| K_U01 | <p>Possesses the ability to solve complex and unusual engineering problems in the field of artificial intelligence, robotics and technical information systems.</p> <p><i>Posiada umiejętność rozwiązywania złożonych i nietypowych problemów inżynierskich w zakresie sztucznej inteligencji, robotyki i systemów informatyki technicznej.</i></p> | P7S_UW | P7S_UW | P7S_UW |
| K_U02 | <p>Possesses the ability to propose innovative solutions to artificial intelligence problems, including machine learning, neural architectures, reasoning and problem-solving, knowledge engineering, and decision-making.</p> <p><i>Posiada umiejętność proponowania innowacyjnych rozwiązań problemów sztucznej inteligencji, w tym uczenia maszynowego, architektur neuronowych, wnioskowania i rozwiązywania problemów, inżynierii wiedzy, podejmowania decyzji.</i></p> | P7U_U | P7S_UW | P6S_UW |
| K_U03 | <p>Possesses the ability to apply the latest artificial intelligence methods to perception and control tasks such as computer vision, natural language processing, recognition, autonomous systems and using generative artificial intelligence.</p> <p><i>Posiada umiejętność stosowania najnowszych metod sztucznej inteligencji w zadaniach percepcji i sterowania, takich jak widzenie komputerowe, przetwarzanie języka naturalnego, rozpoznawanie, systemy autonomiczne oraz z wykorzystaniem generatywnej sztucznej inteligencji.</i></p> | P7U_U | P7S_UW | P6S_UW |

| | | | | |
|--------------|--|--------------|-----------------------|---------------|
| K_U04 | <p>Possesses the ability to construct robotics systems, control systems and sensor integration.</p> <p><i>Posiada umiejętność konstruowania systemów robotyki, systemów sterowania oraz integracji czujników.</i></p> | P7U_U | P7S_UW | P6S_UW |
| K_U05 | <p>Possesses the ability to innovatively use artificial intelligence in interdisciplinary tasks in related fields of science.</p> <p><i>Posiada umiejętność innowacyjnego wykorzystania sztucznej inteligencji w interdyscyplinarnych zadaniach z powiązanych dziedzin nauki.</i></p> | P7U_U | P7S_UW | P6S_UW |
| K_U06 | <p>Speaks at least one foreign language at level B2+ of the Common European Framework of Reference for Languages, sufficient to communicate and read and understand documentation, articles, and other professional literature.</p> <p><i>Posługuje się co najmniej jednym językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego w stopniu wystarczającym do porozumiewania się, czytania ze zrozumieniem dokumentacji, artykułów i innej literatury fachowej.</i></p> | P7U_U | P7S_UK | |
| K_U07 | <p>Has the ability to plan and conduct scientific research on simple research problems.</p> <p><i>Ma umiejętność planowania i prowadzenia badań naukowych w zakresie nieskomplikowanych problemów badawczych.</i></p> | P7U_U | P7S_UO, P7S_UU | |

| w zakresie kompetencji społecznych**** | | | | |
|--|---|--------------|---------------|--|
| K_K01 | <p>Possesses the competences of self-education, critical evaluation of research work and organizing the professional development process of other people, including the use of psychological mechanisms.</p> <p><i>Posiada kompetencje samodoształcania się, krytycznej oceny prac badawczych, oraz organizowania procesu doskonalenia zawodowego innych osób, w tym z wykorzystaniem mechanizmów psychologicznych.</i></p> | P7U_K | P7S_KK | |
| K_K02 | <p>Possesses the competence to independently undertake comprehensive actions in engineering and scientific activities and to develop one's own professional role.</p> <p><i>Posiada kompetencje niezależnego podejmowania kompleksowych działań w działalności inżynierskiej i naukowej oraz rozwoju własnej roli zawodowej.</i></p> | P7U_K | P7S_KR | |
| K_K03 | <p>Possesses the competence to fulfill social obligations, to think creatively and entrepreneurially, to communicate effectively, and to promote the results of individual and team work.</p> <p><i>Posiada kompetencje wypełniania zobowiązań społecznych, myślenia w sposób twórczy i przedsiębiorczy, efektywnego komunikowania się oraz promocji wyników pracy indywidualnej i zespołowej.</i></p> | P7U_K | P7S_KO | |

*Symbol uniwersalnej charakterystyki pierwszego stopnia dla poziomu 6 lub 7, zawartej w załączniku do ustawy z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji.

**Symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 6 lub 7, zawartej w załączniku do Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

***Dotyczy wyłącznie kierunków studiów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich – symbol charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich, zawartej w załączniku do Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 14 listopada 2018 r. w sprawie charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji.

****Należy wpisać maksymalnie 10 kierunkowych efektów uczenia się.

6. Schedule of the study program (teaching grid) divided into semesters and years of the education cycle, indicating the modules to be chosen by the student and the scope of studies /

Harmonogram realizacji programu studiów (siatka dydaktyczna) z podziałem na semestry i lata cyklu kształcenia, z zaznaczeniem modułów podlegających wyborowi przez studenta oraz zakresów studiów.

SCHEDULE OF THE STUDY PROGRAM / HARMONOGRAM REALIZACJI PROGRAMU STUDIÓW

field of study / kierunek: Artificial Intelligence and Robotics /Sztuczna Inteligencja i Robotyka

Full-time second-cycle studies / Studia stacjonarne II stopnia

Applies from the academic year 2026/2027 (Obowiązuje od roku akademickiego 2026/2027)

| *NrP | Status | Name of the subject/ Nazwa przedmiotu | Number of hours per semester/ Liczba godzin w semestrze | | | | | | SUM / SUMA | ECTS |
|---|--------|---|--|-----------|------------|----------|----------|---|------------|-----------|
| | | | Type of classes / Zajęcia | | | | | | | |
| | | | W | C | L | S | P | E | | |
| Year/Rok 1, semestr 1 | | | | | | | | | | |
| 1.1 | K | Artificial Intelligence / Sztuczna Inteligencja | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| 1.2 | K | Machine Learning / Uczenie maszynowe | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| 1.3 | K | Robotics I / Robotyka I | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| 1.4 | K | Robot programming / Programowanie robotów | 0 | 0 | 45 | 0 | 0 | | 45 | 3 |
| S.1 | W | Supplementary Elective I-a / Rozszerzający do wyboru I-a | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| S.2 | | Neural Networks / Sieci neuronowe | | | | | | | | |
| S.3 | | Network Infrastructures / Infrastruktury sieciowe | | | | | | | | |
| | | Planning and reasoning / Planowanie i wnioskowanie | | | | | | | | |
| 1.5 | K | Foreign language / Język obcy | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | | 30 | 2 |
| 1.6 | H | Intellectual property protection / Ochrona własności intelektualnej | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 15 | 1 |
| 1.7 | K | Training on safe and hygienic education conditions / Szkolenie w zakresie bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4 | 0 |
| Total per semester / Łącznie w semestrze | | | 199 | 30 | 165 | 0 | 0 | | 394 | 30 |

Year/Rok 1, semestr 2

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------|----------|------------|----------|----------|---|------------|-----------|
| 2.1 | K | Computer Vision / Widzenie komputerowe | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| 2.2 | K | Robotics II / Robotyka II | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| S.6 S.7 S.8 S.9 | W | Supplementary Elective II-a / Rozszerzający do wyboru II-a: | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| | W | Supplementary Elective II-b / Rozszerzający do wyboru II-b: <i>2 out of 4 / do wyboru 2 z 4</i> | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| | | Medical robotics / Robotyka medyczna | | | | | | | | |
| | | Neuroengineering / Neuroinżynieria | | | | | | | | |
| | | Multilingual natural language processing / Wielojęzyczne przetwarzanie języka naturalnego | | | | | | | | |
| | | Machine Learning systems / Systemy uczenia maszynowego | | | | | | | | |
| C.1 C.2 | W | Characteristic elective / Obieralny charakterystyczny Generative Artificial Intelligence / Generatywna Sztuczna Inteligencja Interactive Graphics / Grafika interaktywna | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| Total per semester / Łącznie w semestrze | | | 225 | 0 | 150 | 0 | 0 | | 375 | 30 |

Year/Rok 2, semestr 3

| | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--|----|---|----|---|---|---|----|---|
| 3.1 | K | Autonomous and Mobile Robotics / Robotyka autonomiczna i mobilna | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | x | 75 | 6 |
| 3.2.1 3.2.2 | W | Elective I / Obieralny I: Scientific research in Artificial Intelligence I / Badania naukowe w Sztucznej Inteligencji I Scientific research in Robotics I / Badania naukowe w robotyce I | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| S.4 S.5 | W | Supplementary Elective I-b / Rozszerzający do wyboru I-b: Reinforcement Learning / Uczenie przez wzmocnienie Probabilistic Robotics / Robotyka probabilistyczna | 45 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| 3.3 | D | Research Topics in Artificial Intelligence / Tematy badawcze w zakresie sztucznej inteligencji | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 75 | 6 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------|-----------|------------|------------|------------|--|-------------|------------|
| 3.4 | H | Legal aspects of security management / Prawne aspekty zarządzania bezpieczeństwem | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 45 | 3 |
| 3.5 | H | Entrepreneurship / Przedsiębiorczość | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 15 | 1 |
| 3.6 | D | Final thesis preparation / Przygotowanie pracy dyplomowej | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | | 30 | 2 |
| Total per semester / Łącznie w semestrze | | | 300 | 0 | 90 | 0 | 0 | | 390 | 30 |
| Year/Rok 2, semester/semestr 4 | | | | | | | | | | |
| 4.1 | D | Seminars in Artificial Intelligence and Robotics / Seminaria z zakresu Sztucznej Inteligencji i robotyki | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | | 45 | 3 |
| 4.2.1 | W | Elective II / Obieralny II: Scientific research in Artificial Intelligence II / Badania naukowe w Sztucznej Inteligencji II | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 75 | 6 |
| 4.2.2 | | Scientific research in Robotics II / Badania naukowe w robotyce II | | | | | | | | |
| 4.3 | D | Final thesis research project / Projekt badawczy dyplomowy | 0 | 0 | 0 | 0 | 150 | | 150 | 7 |
| 4.4 | D | Final thesis seminar / Seminarium dyplomowe | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | | 75 | 4 |
| 4.5 | D | Final thesis / Praca dyplomowa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 10 |
| Total per semester / Łącznie w semestrze | | | 75 | 0 | 0 | 120 | 150 | | 345 | 30 |
| Total / Łącznie | | | 799 | 30 | 405 | 120 | 150 | | 1504 | 120 |

Status:

K – mandatory in the field of studies / obowiązkowy kierunkowy

W – elective, which allows the student to choose a subject / obieralny, który umożliwia studentowi wybór przedmiotu

D – diploma, which allows the student to choose course topics / dyplomowy, który umożliwia studentowi wybór tematów zajęć

H – humanistic or social sciences / blok nauk humanistycznych lub społecznych

Type of classes / zajęcia: W – lecture / wykład, C – exercises / ćwiczenia, L – laboratory / laboratorium, S – seminar / seminarium,

P – project / project, E – exam / egzamin

7. Matrix of learning outcomes for the field of study/ Matryca efektów uczenia się dla kierunku.

| SEU* \ NrP* | K_W01 | K_W02 | K_W03 | K_W04 | K_W05 | K_W06 | K_W07 | K_U01 | K_U02 | K_U03 | K_U04 | K_U05 | K_U06 | K_U07 | K_K01 | K_K02 | K_K03 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.1 | X | X | | | | | X | X | X | | | | X | | X | | |
| 1.2 | X | X | | | | | X | X | X | | | | X | | X | | |
| 1.3 | X | | | X | | | X | X | | | X | | X | | X | | |
| 1.4 | | | | X | | | | | | | X | | | | | | X |
| S.1 | | | | | X | | | | | | | X | | | | X | |
| S.2 | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | |
| S.3 | | | | | X | | | | | | | | | | | X | |
| 1.5 | | | | | | X | | | | | | | X | | | | X |
| 1.6 | | | | | | X | | | | | | | | | | | X |
| 1.7 | | | | | | X | | | | | | | | | | | X |
| 2.1 | | | X | | | | X | | | X | | | | | X | | |
| 2.2 | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | | |
| S.6 | | | | | X | X | | X | | | | | | | | | X |
| S.7 | | | | | X | | | | | | | X | | | | X | |
| S.8 | | | X | | X | | | | | X | | X | | | | X | |
| S.9 | | | | | X | | | | | | | X | | | | X | |
| C.1 | | | X | | | | X | | | X | | X | | | | X | |
| C.2 | | | X | | | | X | | | X | | | | | | X | |
| 3.1 | | | X | | | | | | | X | | | | | | X | |
| 3.2.1 | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | |
| 3.2.2 | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | |
| S.4 | X | | X | | | | | X | | | | X | | | | X | |
| S.5 | X | | | | X | | | X | | | | X | | | | X | |
| 3.3 | | | | | X | | | | | | | | | X | | | X |
| 3.4 | | | | | | X | | | | | | | | X | | X | |
| 3.5 | | | | | | X | | | | | | | | | | | X |
| 3.6 | | | | | | | X | | | | | | | X | X | X | X |
| 4.1 | | | | | | | X | | | | | | | X | X | | X |
| 4.2.1 | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | |
| 4.2.2 | | | | | | | X | | | | | | | X | | X | |
| 4.3 | | | | | | | X | | | | | | | X | X | X | X |
| 4.4 | | | | | | | X | | | | | | | X | X | X | X |
| 4.5 | | | | | | | X | | | | | | | X | X | X | X |

*SEU – symbol efektu uczenia się

**NrP – numer identyfikacyjny przedmiotu (format dowolny)

8. Methods of verification and assessment of learning outcomes at the Częstochowa University of Technology (not applicable to internships)/

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się w Politechnice Częstochowskiej (nie dotyczy praktyk)

| No./ Lp. | Method of Verifying and Assessing Learning Outcomes/ Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się | Description/ Opis |
|---------------------|--|--|
| 1. | Written Exam/ Egzamin pisemny | The written examination may take the form of answers to questions or tests of the single or multiple choice (MCQ – Multiple Choice Questions) type, multiple response (MRQ – Multiple Response Questions) type, matching answers, or YES/NO selections./ Egzamin pisemny może przyjąć formę odpowiedzi na pytania lub testy typu jedno lub wielokrotnego wyboru (MCQ – Multiple Choice Questions), wielokrotnej odpowiedzi (MRQ – Multiple Response Questions), dopasowanie odpowiedzi, wyboru TAK/NIE. |
| 2. | Oral Exam/ Egzamin ustny | The oral examination is designed to verify knowledge, level of understanding and the ability to analyze, synthesize and solve a problem./ Egzamin ustny ma na celu weryfikację wiedzy, poziomu zrozumienia oraz umiejętności dokonania analizy, syntezy i rozwiązania problemu. |
| 3. | Colloquium or Essay/ Kolokwium | The colloquium/essay may take the form of a quiz, a written form of answering questions or solving a problem (task)./ Kolokwium może przyjąć formę kartkówki, pisemnej formy odpowiedzi na pytania lub rozwiązania problemu (zadania). |

| | | |
|----|---|---|
| 4. | Test/ Test | <p>The test may take the form of answers to questions or tests of the single or multiple choice (MCQ – Multiple Choice Questions) type, multiple response (MRQ – Multiple Response Questions) type, matching answers, or YES/NO selections./</p> <p>Test może przyjąć formę: jedno lub wielokrotnego wyboru (MCQ – Multiple Choice Questions), wielokrotnej odpowiedzi (MRQ – Multiple Response Questions), dopasowanie odpowiedzi, wyboru TAK/NIE.</p> |
| 5. | Oral Response/ Odpowiedź ustna | <p>The oral response is intended to verify knowledge, level of understanding and ability to analyze, synthesize and solve a problem./</p> <p>Odpowiedź ustna ma na celu weryfikację wiedzy, poziomu zrozumienia oraz umiejętności dokonania analizy, syntezy i rozwiązania problemu.</p> |
| 6. | Completion of a Laboratory Exercise/ Wykonanie ćwiczenia laboratoryjnego | <p>Performing a laboratory exercise involves implementing the assumptions of the laboratory exercise and having students solve the indicated problems based on their knowledge./</p> <p>Wykonanie ćwiczenia laboratoryjnego polega na zrealizowaniu założeń ćwiczenia laboratoryjnego oraz rozwiązywaniu przez studentów wskazanych problemów w oparciu o posiadaną wiedzę.</p> |
| 7. | Laboratory Exercise Report/ Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych | <p>The laboratory exercise report may be in paper or electronic form in the form of a report, summary or description that will include the purpose, course of the exercise and conclusions./</p> <p>Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych może przyjąć formę papierową lub elektroniczną w postaci raportu, zestawienia lub opisu, który będzie zawierać cel, przebieg wykonywanego ćwiczenia oraz wnioski.</p> |
| 8. | Project Preparation/ Wykonanie projektu | <p>The implementation of the project involves realizing the project assumptions and students solving the identified problems based on their knowledge./</p> <p>Wykonanie projektu polega na zrealizowaniu założeń projektu oraz rozwiązywaniu przez studentów wskazanych problemów w oparciu o posiadaną wiedzę.</p> |

| | | |
|-----|--|---|
| 9. | Preparation of a Presentation, Report, or Paper/ Przygotowanie prezentacji, sprawozdania lub referatu | <p>Preparing a multimedia presentation can be done individually or in a team. A report or paper can be prepared in paper or electronic form, as a report, summary, or description that includes the purpose, process, and conclusions./</p> <p>Przygotowanie prezentacji multimedialnej może być realizowane indywidualnie lub zespołowo. Przygotowanie sprawozdania lub referatu może przyjąć formę papierową lub elektroniczną w postaci raportu, zestawienia lub opisu, który będzie zawierać cel, przebieg oraz wnioski.</p> |
| 10. | Participation in a Discussion (Activity in Class)/ Udział w dyskusji (aktywność na zajęciach) | <p>Participation in a discussion (activity in class), during which the student's preparation for class, initiation of the discussion, participation in the discussion, response to the instructor's questions, engagement in the discussion, and the ability to summarize the discussion and draw conclusions are assessed. The discussion may take the form of a panel discussion (observed discussion), an interview, a dialogue, a roundtable discussion, or a seminar-style discussion./</p> <p>Udział w dyskusji (aktywność na zajęciach), podczas której ocenie podlega przygotowanie studenta do zajęć, podjęcie dyskusji, udział w dyskusji, odpowiedź na pytania prowadzącego, zaangażowanie w dyskusję, umiejętność podsumowania dyskusji i wyciągnięcia wniosków. Dyskusja może przyjąć charakter panelu (dyskusji obserwowanej), wywiadu, dialogu, okrągłego stołu lub dyskusji typu seminaryjnego.</p> |
| 11. | Interim Papers/ Prace przejściowe | <p>Interim papers are written studies that aim to provide a detailed description and analysis of the problem being solved or the topic being discussed. Interim papers should include a title page with the topic, a table of contents, an introduction containing a brief overview of the topic, purpose, and scope of the work, the substantive content of the work consistent with its scope and topic, conclusions with an assessment of the problem being solved, a list of references, and appendices: tables, figures, etc./</p> <p>Prace przejściowe to pisemne opracowania, które mają na celu szczegółowe opisanie oraz analizę rozwiązywanego problemu lub omawianego zagadnienia. Prace przejściowe powinny zawierać stronę tytułową z tematem, spis treści, wstęp,</p> |

| | | |
|-----|---|--|
| | | zawierający krótkie omówienie tematyki, celu oraz zakresu pracy, merytoryczna treść pracy, zgodna z jej zakresem i tematem, wnioski wraz z oceną rozwiązywanego problemu, spis wykorzystanej literatury źródłowej, załączniki: tabele, rysunki, itp. |
| 12. | Final thesis/ Praca dyplomowa | A final thesis is an independent study of a specific topic, presenting the student's knowledge and skills integral to a given field of study, level, and profile, and confirming the student's ability to independently analyze and draw conclusions. The format is described in detail in Chapter VI of the Study Regulations of the Częstochowa University of Technology./ Praca dyplomowa jest samodzielny opracowaniem określonego zagadnienia, prezentującym wiedzę i umiejętności studenta integralne z danym kierunkiem studiów, poziomem i profilem oraz potwierdzającym umiejętności samodzielnego analizowania i wnioskowania. Forma jest szczegółowo opisana w rozdziale VI Regulaminu studiów Politechniki Częstochowskiej. |
| 13. | Engineering Project/ Projekt inżynierski | Implementation and documentation of project-related activities. Execution of construction, design, IT, or measurement tasks./ Zrealizowanie i udokumentowanie działań o charakterze projektowym. Wykonanie zadania konstrukcyjnego, projektowego, informatycznego lub pomiarowego. |
| 14. | Diploma Exam/ Egzamin dyplomowy | Diploma examination – in accordance with the provisions contained in chapters VII and VIII of the Study Regulations of the Częstochowa University of Technology./ Egzamin dyplomowy – zgodnie z zapisami zawartymi w rozdziale VII i VIII Regulaminu studiów Politechniki Częstochowskiej. |

9. The requirements for graduation / Warunki ukończenia studiów

The requirements for graduation are:

- 1) achieving the learning outcomes specified in the study program, which are assigned 120 ECTS credits,
- 2) passing the diploma examination and defending the master's thesis

The master's thesis is an independent study of a scientific or technical issue in the field of artificial intelligence and robotics, with a leading role in the discipline of technical computer science and telecommunications. The thesis should demonstrate the student's in-depth knowledge and advanced skills in solving a scientific project. The highest

possible grade for the master's thesis is only possible for those whose research has been at least partially accepted for scientific publication.

Warunkiem ukończenia studiów jest:

- 1) uzyskanie efektów uczenia się określonych w programie studiów, którym przypisano 120 punktów ECTS,
- 2) złożenie egzaminu dyplomowego i obrona pracy magisterskiej

Praca magisterska jest samodzielny opracowaniem zagadnienia naukowego lub technicznego w przedmiocie sztucznej inteligencji i robotyki z wiodącym udziałem w dyscyplinie: Informatyka techniczna i telekomunikacja. Praca prezentować ma pogłębioną wiedzę i zaawansowane umiejętności studenta w rozwiązaniu projektu naukowego. Najwyższa ocena możliwa z pracy magisterskiej możliwa jest tylko dla tych, których badania naukowe co najmniej w części zostały zaakceptowane do publikacji naukowej.

10. Classes or groups of classes, regardless of the form in which they are conducted, together with the assignment of learning outcomes and program content ensuring the achievement of these outcomes, as well as methods of verifying and assessing the learning outcomes achieved by the student throughout the entire education cycle/
Zajęcia lub grupy zajęć, niezależnie od formy ich prowadzenia, wraz z przypisaniem do nich efektów uczenia się i treści programowych zapewniających uzyskanie tych efektów oraz sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Classes or groups of classes assigned to a given stage of studies throughout the entire education cycle/

Zajęcia lub grupy zajęć przypisane do danego etapu studiów w trakcie całego cyklu kształcenia

Study year / Rok studiów: pierwszy/1st

Semester / Semestr: pierwszy

Total number of ECTS points / Łączna liczba punktów ECTS: (w semestrze): 30

Total number of hours / Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze):394

*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

| *NrP | Name of the class or class group/ Nazwa zajęć lub grupy zajęć | Form of classes - number of hours/ Forma zajęć - liczba godzin | | | | | | | | Total (number of hours)/ Razem (liczba godzin zajęć) | Total (ECTS points)/ Razem (punkty ECTS) | Learning Outcome Symbols/ Symbole efektów uczenia się |
|------|--|---|------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|---|---|---|
| | | Lecture\ Wykład | Practice\ Ćwiczenia | Laboratory\ Laboratorium | Project \ Projekt | Field activities/ Zajęcia terenowe | Seminar/ Seminarium | Practice /Praktyka | Other\ Inne | | | |
| | Artificial Intelligence/ Sztuczna inteligencja | 45E | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W02, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_K01 |
| 1.1 | Program content/ Treści programowe | <p>Automated state-space search: general methods, heuristic-driven methods, and local search. Factor representations and knowledge representation through formal systems and fuzzy logic. Local and global optimization. Natural language processing and an introduction to large-scale machine learning models. Modeling problems using various learned representation methods. Designing and implementing artificial intelligence systems.</p> <p>Automatyczne wyszukiwanie w przestrzeni stanu: metody ogólne, metody sterowane heurystyką, wyszukiwanie lokalne. Reprezentacje czynnikowe i reprezentacja wiedzy poprzez systemy formalne i logikę rozmytą. Optymalizacja lokalna i globalna. Przetwarzanie języka naturalnego i wstęp do dużych modeli</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|---|
| | | uczenia maszynowego. Modelowanie problemów z wykorzystaniem różnych poznanych metod reprezentacji. Projektowanie i wdrażanie systemów sztucznej inteligencji. | | | | | | | | | | |
| 1.2 | Machine Learning/ Uczenie maszynowe | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W02, K_W07, K_U01, K_U02, K_U06, K_K01 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>Classification. Basic concepts and evaluation. Decision Trees. Bayes Learning. Linear Models. Support Vector Machines. Kernels. Multiple classifiers. Regression. Linear and logistic regression. Instance based (K-NN). Perceptron. Neural networks. Deep neural networks (DNN&CNN). Unsupervised learning. Clustering (k-Means). Latent variables (EM). Reinforcement learning. MDP. Q-learning.</p> <p>Klasyfikacja. Podstawowe pojęcia i ocena jakości. Drzewa decyzyjne. Uczenie bayesowskie. Modele liniowe. Maszyny wektorów nośnych. Kernels. Wielokrotne klasyfikatory. Regresja. Regresja liniowa i logistyczna. Metody oparte na przypadkach (K-NN). Perceptron. Sieci neuronowe. Głębokie sieci neuronowe (DNN i CNN). Uczenie bez nadzoru. Grupowanie (k-Means). Zmienne ukryte (EM). Uczenie ze wzmacnieniem. Procesy decyzyjne Markowa (MDP). Q-learning.</p> | | | | | | | | | | |
| 1.3 | Robotics I/ Robotyka I | 45E | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W04, K_W07, K_U01, K_U04, K_U06, K_K01 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>Fundamental coverage of the subject includes: kinematics, differential kinematics and statics of manipulators. Discussed topics covers involving description of end-effector orientation, closed kinematic chains, kinematic redundancy and singularities.</p> <p>Podstawowy zakres przedmiotu obejmuje: kinematykę, kinematykę różniczkową i statykę manipulatorów. Omawiane tematy obejmują opis orientacji efektora końcowego, zamknięte łańcuchy kinematyczne, redundancję kinematyczną i osobliwości.</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | Robot programming/ Programowanie robotów | | | 45 | | | | | | 45 | 3 | K_W04, K_U04, K_K03 |
| 1.4 | Program content/ Treści programowe | <p>The laboratory course starts with an introduction to ROS-based simulation platforms. Students develop and test modular robotic software components using C++ in the ROS 2 environment. Through a series of practical sessions, students learn to implement publishers, subscribers, services, and actions; use transformation frames (TF2); integrate visualisation tools (RViz, rqt); and control simulated robots in Gazebo. More advanced labs cover constrained motion, navigation, visual perception, and system integration. The course concludes with a group project requiring the design and demonstration of a complete simulated robotic application.</p> <p>Zajęcia laboratoryjne rozpoczynają się od wprowadzenia do platform symulacyjnych opartych na ROS. Studenci opracowują i testują modułowe komponenty oprogramowania robotycznego w języku C++ w środowisku ROS 2. Poprzez serię zajęć praktycznych studenci uczą się implementacji wydawców, subskrybentów, usług i akcji; korzystania z ramek transformacji (TF2); integracji narzędzi wizualizacyjnych (RViz, rqt); oraz sterowania symulowanymi robotami w Gazebo. Bardziej zaawansowane laboratoria obejmują ruch ograniczony, nawigację, percepcję wizualną i integrację systemów. Kurs kończy się projektem grupowym wymagającym zaprojektowania i zademonstrowania kompletnej symulowanej aplikacji robotycznej.</p> | | | | | | | | | | |
| | Neural Networks/ Sieci neuronowe | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_U05, K_K02 |
| S.1 | Program content/ Treści programowe | <p>This course introduces the fundamentals and advanced concepts of neural networks, combining theory with hands-on practice. The first part covers core topics such as linear algebra for neural networks, linear regression and classification, fully connected architectures, automatic differentiation, convolutional neural networks, modern CNN architectures, attention-based and transformer models, and recurrent networks. The second part explores research-oriented topics, including graph neural networks, continual learning,</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|--------------------------------------|
| | | <p>generative models, and self-supervised learning. Practical lab sessions accompany the course, enabling students to implement and experiment with key neural network models in various application contexts.</p> <p>Przedmiot prowadzi w podstawy i zaawansowane koncepcje sieci neuronowych, łącząc teorię z praktyką. Pierwsza część obejmuje kluczowe zagadnienia, takie jak algebra liniowa dla sieci neuronowych, regresja liniowa i klasyfikacja, architektury w pełni połączone, automatyczne różniczkowanie, spłotowe sieci neuronowe, nowoczesne architektury sieci neuronowych (CNN), modele oparte na uwadze i modele transformatorowe oraz sieci rekurencyjne. Druga część omawia zagadnienia badawcze, takie jak grafowe sieci neuronowe, uczenie ciągłe, modele generatywne i uczenie się z samonadzorem. Przedmiotowi towarzyszą ćwiczenia laboratoryjne, które umożliwiają studentom implementację i eksperymentowanie z kluczowymi modelami sieci neuronowych w różnych kontekstach zastosowań.</p> | | | | | | | | | | |
| | Network Infrastructures/ Infrastruktury sieciowe | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W05, K_U01, K_U05, K_K02 |
| S.2 | Program content/ Treści programowe | <p>This course provides an overview of modern communication networks, starting with TCP/IP fundamentals, LAN/MAN technologies, and network architectures. It covers digital channels, switching hierarchies, and both wired and wireless access technologies, including copper-based, fiber-based, and mobile systems from 3G/4G LTE to the evolution toward 5G. Topics include optical networks, WiFi-/WiMAX, core network design, IPv6, MPLS, QoS, and advanced concepts such as Software Defined Networking (SDN), OpenFlow, Segment Routing, Network Function Virtualization (NFV), and Service 2Function Chaining. Security, network control, and management principles are integrated throughout to provide a comprehensive understanding of modern and future network infrastructures.</p> <p>Przedmiot zapewnia przegląd nowoczesnych sieci komunikacyjnych, począwszy od podstaw TCP/IP, technologii LAN/MAN i architektur sieciowych. Obejmuje kanały cyfrowe, hierarchie przełączania oraz przewodowe i bezprzewodowe technologie dostępu, w tym systemy oparte na okablowaniu miedzianym, światłowodowym i mobilne, od 3G/4G LTE po ewolucję w kierunku 5G. Tematy obejmują sieci optyczne,</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|----|----|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | WiFi/WiMAX-, projektowanie sieci szkieletowej, IPv6, MPLS, QoS oraz zaawansowane koncepcje, takie jak programowalne sieci komputerowe (SDN), OpenFlow, routing segmentowy, wirtualizacja funkcji sieciowych (NFV) i łańcuchowanie funkcji usług (Service Function Chaining). Zasady bezpieczeństwa, kontroli sieci i zarządzania są zintegrowane, aby zapewnić kompleksowe zrozumienie nowoczesnych i przyszłych infrastruktur sieciowych. | | | | | | | | | | |
| S.3 | Planning and reasoning/ Planowanie i wnioskowanie | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | An introduction to the concepts of automated planning and logical reasoning mechanisms in artificial intelligence. Methods for representing knowledge, modeling actions, and generating plans to achieve specific goals in dynamic environments. Topics include classical planning algorithms, heuristic search, temporal and probabilistic planning, as well as logical reasoning mechanisms, including fuzzy logic. Wprowadzenie do koncepcji automatycznego planowania i mechanizmów logicznego wnioskowania w sztucznej inteligencji. Metody reprezentacji wiedzy, modelowania działań i generowania planów w celu osiągnięcia określonych celów w dynamicznych środowiskach. Tematy obejmują klasyczne algorytmy planowania, wyszukiwanie heurystyczne, planowanie temporalne i probabilistyczne, a także mechanizmy logicznego wnioskowania, w tym logikę rozmytą. | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Foreign language/ Język obcy | | 30 | | | | | | | 30 | 2 | K_W06, K_U06, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | The objective of the subject is to develop on an advanced level language skills necessary to communicate in the work environment and to learn the specialized vocabulary related to the field of study as well as the acquisition of the ability to use the specialized terms and phrases in professional life. The course content covers: professional competence development, i.e. communication in the workplace, work organizing, delegating tasks, employees/team efficiency, negotiating, debate holding, preparing and presenting of facts, data, statements or reports; professional vocabulary practice based on specialized materials. | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--|--|--|--|--|--|--|--|----|---|--------------|
| | | <p>Celem przedmiotu jest rozwijanie na poziomie zaawansowanym umiejętności językowych niezbędnych do porozumiewania się i funkcjonowania w międzynarodowym środowisku pracy oraz poznanie i utrwalanie słownictwa specjalistycznego związanego z kierunkiem studiów i nabycie umiejętności wykorzystania specjalistycznej terminologii w życiu zawodowym. Treści programowe obejmują: rozwijanie kompetencji zawodowych, jak, m.in. komunikacja w miejscu pracy, organizacja pracy, zlecanie zadań, efektywność pracy zespołu, pracowników; prowadzenie negocjacji, debat; przygotowanie i prezentacja faktów, danych, sprawozdań czy raportów; ćwiczenie słownictwa zawodowego w oparciu o materiały specjalistyczne.</p> | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Intellectual property protection/ Ochrona własności intelektualnej | 15 | | | | | | | | 15 | 1 | K_W06, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The aim of the subject is to familiarize students with the basic regulations and definitions regarding copyright and related rights as well as industrial property law, use of intellectual property, ability to define issues under protection and to recognize which cases of using intellectual property are unlawful.</p> <p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi regulacjami i definicjami dotyczącymi prawa autorskiego i praw pokrewnych oraz prawa własności przemysłowej, nabycie umiejętności definiowania przedmiotów ochrony wł. intelektualnej, możliwościami i zasadami ich wykorzystania oraz rozpoznawania, które przypadki korzystania z nich są niezgodne z prawem.</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--------------|
| 1.7 | Training on safe and hygienic education conditions/ Szkolenie w zakresie bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia | 4 | | | | | | | | 4 | 0 | K_W06, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>Basic issues and potential threats related to the field of study, issues related to reporting threats and accidents, pre-medical rescue conditions, and topics related to the threat of fire and terrorist attacks. Podstawowe zagadnienia i potencjalne zagrożenia związane z kierunkiem studiów, kwestie raportowania zagrożeń i wypadków, warunki ratownictwa przedmedycznego oraz tematy związane z zagrożeniem związanym z ogniem i atakami terrorystycznymi.</p> | | | | | | | | | | |

Study year / Rok studiów: pierwszy/ 2nd

Semester / Semestr: drugi

Total number of ECTS points / Łączna liczba punktów ECTS: (w semestrze): 30.

Total number of hours / Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 375

*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

| *NrP | Name of the class or class group/ Nazwa zajęć lub grupy zajęć | Form of classes - number of hours/ Forma zajęć - liczba godzin | | | | | | | Total (number of hours)/ Razem (liczba godzin zajęć) | Total (ECTS points)/ Razem (punkty ECTS) | Learning Outcome Symbols/ Symbole efektów uczenia się |
|------|--|--|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|---|---|--|
| | | Lecture \ Wykład | Practice \ Ćwiczenia | Laboratory \ Laboratorium | Project \ Projekt | Field activities/ Zajęcia terenowe | Seminar/ Seminarium | Practice \ Praktyka | | | |
| | Computer Vision/ Widzenie komputerowe | 45E | | 30 | | | | | 75 | 6 | K_W03, K_W07, K_U03, K_K01 |
| 2.1 | Program content/ Treści programowe | <p>Basic and advanced topics in computer vision, image processing, and motion perception. Keypoint and feature detection, image segmentation techniques, object detection, image classification, convolutional neural networks, and deep learning applied to image recognition, stereo vision, tracking, and motion estimation.</p> <p>Podstawowe i zaawansowane zagadnienia z zakresu widzenia komputerowego, przetwarzania obrazów i percepcji ruchu. Detekcja punktów kluczowych i cech charakterystycznych, techniki segmentacji obrazu, wykrywanie obiektów, klasyfikacja obrazów, splotowe sieci neuronowe i głębokie uczenie w zastosowaniu do rozpoznawania obrazu, widzenie stereo, metody śledzenia i estymacji ruchu.</p> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|-------------------------------|
| | Robotics II/ Robotyka II | 45E | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W04, K_W07, K_U04, K_K01 |
| 2.2 | Program content/ Treści programowe | <p>Fundamental coverage of the subject includes: dynamics of manipulators, dynamic parameter identification, trajectory planning, robust and adaptive control and motion control in free space. Technological aspects include: actuators, sensors, hardware/software control architectures, industrial robot-control algorithms.</p> <p>Podstawowy zakres przedmiotu obejmuje: dynamikę manipulatorów, identyfikację parametrów dynamicznych, planowanie trajektorii, sterowanie odporne i adaptacyjne oraz sterowanie ruchem w przestrzeni swobodnej. Aspekty technologiczne obejmują: siłowniki, czujniki, architekturę sterowania sprzętowo-programowego, algorytmy sterowania robotami przemysłowymi.</p> | | | | | | | | | | |
| S.6 | Medical Robotics/ Robotyka medyczna | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_W06, K_U01, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The course explores the fundamentals of medical robotics, starting with the history, classification, and kinematic design of surgical systems. It introduces key control strategies, including physical interaction, shared control, and constrained motion using the Remote Center of Motion (RCM). Teleoperation architectures and visual servoing with monocular vision are covered, along with their applications in imaging and tool positioning. The course addresses haptics in needle insertion, robot registration in clinical settings, and gait analysis for exoskeletons. Legal and safety aspects, including IEC 80601-2-77, MDR, and the AI Act, are discussed. The program concludes with emerging AI applications in medical robotics. In parallel, students gain practical experience through simulation-based tasks in teleoperation, visual servoing, haptics, gait simulation, and risk analysis, culminating in a final project integrating all acquired skills.</p> <p>Przedmiot zgłębia podstawy robotyki medycznej, zaczynając od historii, klasyfikacji i kinematycznego projektowania systemów chirurgicznych. Wprowadza kluczowe strategie sterowania, w tym interakcję</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|----|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | <p>fizyczną, sterowanie współdzielone oraz ruch ograniczony za pomocą Zdalnego Centrum Ruchu (RCM). Omawiane są architektury teleoperacji i serwomechanizmy wizualne z widzeniem monokularnym, a także ich zastosowania w obrazowaniu i pozycjonowaniu narzędzi. Przedmiot porusza kwestie haptyki w procesie wkłuwania igły, rejestracji robotów w warunkach klinicznych oraz analizy chodu egzoszkieleatów. Omawiane są aspekty prawne i bezpieczeństwa, w tym normy IEC 80601-2-77, MDR oraz ustawa o sztucznej inteligencji (AI Act). Program kończy się omówieniem nowych zastosowań sztucznej inteligencji (AI) w robotyce medycznej. Równolegle studenci zdobywają praktyczne doświadczenie poprzez zadania symulacyjne z zakresu teleoperacji, serwomechanizmu wizualnego, haptyki, symulacji chodu i analizy ryzyka, co kończy się projektem końcowym integrującym wszystkie nabyte umiejętności.</p> | | | | | | | | | |
| S.7 | Neuroengineering/ Neuroinżynieria | 45 | | 30 | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_U05, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The course introduces the fundamental principles, methodologies, and applications of engineering techniques used to study neural systems and their interaction with artificial devices. Students will gain foundational knowledge of the brain's organization and function at multiple scales, as well as the main applications of engineering and information technology to neuroscience. They will learn to acquire, process, and decode neurophysiological and neuromuscular signals, and interface them with artificial systems.</p> <p>Przedmiot wprowadza w podstawowe zasady, metodologie i zastosowania technik inżynierskich wykorzystywanych do badania systemów neuronowych i ich interakcji ze sztucznymi urządzeniami. Studenci zdobędą podstawową wiedzę na temat organizacji i funkcjonowania mózgu w wielu skalach, a także główne zastosowania inżynierii i technologii informacyjnej w neuronauce. Nauczą się pozyskiwać, przetwarzać i dekodować sygnały neurofizjologiczne i nerwowo-mięśniowe oraz łączyć je ze sztucznymi systemami.</p> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--|--|----|--|--|--|--|--|----|---|-----------------------------------|
| | Multilingual natural language processing/ Wielojęzyczne przetwarzanie języka naturalnego | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W03, K_W05, K_U03, K_U05, K_K02 |
| S.8 | Program content/ Treści programowe | <p>This course provides a comprehensive introduction to Natural Language Processing (NLP), from statistical models to deep learning approaches. Topics include ngram language models, smoothing techniques, and neural models such as recurrent networks and Transformers. Students will learn about word, sense, and concept embeddings, computational lexical semantics, multilingual resources, and methods for word sense disambiguation, entity linking, and semantic parsing. The course also covers neural semantic role labeling, natural language generation, question answering, and neural machine translation, with -hands-on- experience in programming.</p> <p>Przedmiot stanowi kompleksowe wprowadzenie do przetwarzania języka naturalnego (NLP), od modeli statystycznych po metody głębokiego uczenia. Tematy obejmują modele językowe ngramów-, techniki wygładzania oraz modele neuronowe, takie jak sieci rekurencyjne i transformatory. Studenci zapoznają się z osadzaniem słów, znaczeń i pojęć, obliczeniową semantyką leksykalną, zasobami wielojęzycznymi oraz metodami ujednoznaczniania znaczeń słów, łączenia encji i analizy semantycznej. Przedmiot obejmuje również neuronowe etykietowanie ról semantycznych, generowanie języka naturalnego, odpowiadanie na pytania oraz neuronowe tłumaczenie maszynowe, z praktycznym doświadczeniem w programowaniu.</p> | | | | | | | | | | |
| S.9 | Machine Learning systems/ Systemy uczenia maszynowego | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_U05, K_K02 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--|--|----|--|--|--|--|--|----|---|-----------------------------------|
| | <p>Program content/ Treści programowe</p> | <p>This course introduces the fundamentals and advanced concepts of machine learning systems, combining theory and practice. Key topics include supervised learning models, neural structures, classifiers, convolutional neural networks, attention-based and transformer models, and recurrent networks. Research topics covered include: data collection and preparation, model selection and training, model validation and testing, deployment, monitoring, and maintenance. The course is accompanied by laboratory exercises that allow students to implement and experiment with key neural network models in various application contexts.</p> <p>Przedmiot wprowadza w podstawy i zaawansowane koncepcje systemów uczenia maszynowego, łącząc teorię z praktyką. Kluczowe tematy obejmują modele uczenia nadzorowanego, struktury neuronowe, klasyfikatory, splotowe sieci neuronowe, modele oparte na uwadze i transformatory oraz sieci rekurencyjne. Omawiane tematy badawcze obejmują: gromadzenie i przygotowywanie danych, dobór i trenowanie modeli, walidację i testowanie modeli, wdrażanie, monitorowanie i konserwację. Kursowi towarzyszą ćwiczenia laboratoryjne, które pozwalają studentom na implementację i eksperymentowanie z kluczowymi modelami sieci neuronowych w różnych kontekstach aplikacyjnych.</p> | | | | | | | | | | |
| C.1 | <p>Generative Artificial Intelligence/ Generatywna sztuczna inteligencja</p> | 45E | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W03, K_W07, K_U03, K_U05, K_K02 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|----------------------------|
| | <p>Program content/ Treści programowe</p> | <p>This course offers an accessible introduction to modern generative models used for creating images and text, with a focus on diffusion-based and autoregressive techniques. Students will explore the underlying principles, architectures, and training processes of such models and learn how they are applied in real-world scenarios like text-to-image generation or content creation. Participants will gain practical insights into how these models work, what makes them effective, and how to evaluate and interpret their outputs. The course also addresses key ethical considerations related to generative AI.</p> <p>Przedmiot stanowi wprowadzenie do modeli generatywnych wykorzystywanych do tworzenia obrazów i tekstów, ze szczególnym uwzględnieniem technik opartych na modelach dyfuzyjnych oraz autoregresyjnych. Uczestnicy zapoznają się z podstawowymi zasadami działania tych modeli, ich architekturami oraz procesami treningowymi, a także poznają przykłady ich zastosowań w rzeczywistych scenariuszach. W przedmiocie poruszane są również kluczowe kwestie etyczne związane z wykorzystaniem generatywnej sztucznej inteligencji.</p> | | | | | | | | | | |
| C.2 | <p>Interactive Graphics/ Grafika interaktywna</p> | 45E | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W03, K_W07, K_U03, K_K02 |
| | <p>Program content/ Treści programowe</p> | <p>This course introduces the fundamentals of computer graphics, covering both theory and practical techniques. Topics include raster images, alpha blending, the GPU pipeline, transformations, projections, 3D meshes, texture mapping, shading, the rendering equation, and rendering algorithms such as ray tracing. Students will also explore sampling, shadows, animation, and physicsbased animation, along with -hands-on- practice using the Three.js library.</p> <p>Przedmiot wprowadza w podstawy grafiki komputerowej, obejmując zarówno teorię, jak i techniki praktyczne. Tematy obejmują obrazy rastrowe, łączenie alfa, potok GPU, transformacje, projekcje, siatki 3D, mapowanie tekstur, cieniowanie, równanie renderowania oraz algorytmy renderowania, takie jak ray tracing. Studenci zapoznają się również z próbkowaniem, cieniami, animacją i animacją opartą na fizyce, a także z praktycznym wykorzystaniem biblioteki Three.js.</p> | | | | | | | | | | |

Study year / Rok studiów: drugi/ 3rd

Semester / Semestr: trzeci

Total number of ECTS points / Łączna liczba punktów ECTS: (w semestrze): 30

Total number of hours / Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 390

*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

| *NrP | Name of the class or class group/ Nazwa zajęć lub grupy zajęć | Form of classes - number of hours/ Forma zajęć - liczba godzin | | | | | | | Total (number of hours)/ Razem (liczba godzin zajęć) | Total (ECTS points)/ Razem (punkty ECTS) | Learning Outcome Symbols/ Symbole efektów uczenia się |
|------|--|--|----------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|---|---|--|
| | | Lecture \ Wykład | Practice \ Ćwiczenia | Laboratory \ Laboratorium | Project \ Projekt | Field activities/ Zajęcia terenowe | Seminar/ Seminarium | Practice \ Praktyka | | | |
| | Autonomous and Mobile Robotics/ Robotyka autonomiczna i mobilna | 45E | | 30 | | | | | 75 | 6 | K_W03, K_U03, K_K02 |
| 3.1 | Program content/ Treści programowe | <p>The course aims to introduce students to autonomous and mobile robotics, along with the associated hardware. Students will gain practical skills in sensor data processing, analysis, and the design of autonomous systems. The curriculum covers topics such as sensor data processing, the fundamentals of ROS, neural networks, Edge AI systems, and multi-agent system architectures. During laboratory sessions, students will work with microcontrollers, sensors, and software tools to develop and test autonomous platforms.</p> <p>Przedmiot ma na celu zapoznanie studentów z robotyką autonomiczną i mobilną oraz związanym z nią sprzętem. Studenci zdobędą praktyczne umiejętności w zakresie przetwarzania danych z czujników,</p> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | analizy oraz projektowania systemów autonomicznych. Program nauczania obejmuje tematy takie jak przetwarzanie danych z czujników, podstawy ROS, sieci neuronowe, systemy Edge AI oraz architektury systemów wieloagentowych. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci będą pracować z mikrokontrolerami, czujnikami i narzędziami programistycznymi w celu opracowywania i testowania platform autonomicznych. | | | | | | | | | | |
| 3.2.1 | Scientific research in Artificial Intelligence I/ Badania naukowe w sztucznej inteligencji I | 75 | | | | | | | | 75 | 6 | K_W07, K_U07, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | An overview of research topics: learning methods in computer vision, pattern recognition, human-robot interaction, and cognitive robots (to be chosen by the student). A discussion of important and recent research problems and application issues in the fields of artificial intelligence and robotics. A discussion of scientific articles and advanced AI projects applied to robotics. Przegląd tematów badawczych: metody uczenia się w wizji komputerowej, rozpoznawanie wzorców, interakcja człowiek-robot oraz roboty kognitywne (do wyboru przez Studenta). Omówienie istotnych i najnowszych problemów badawczych oraz zagadnień aplikacyjnych w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki. Omówienie artykułów naukowych i zaawansowanych projektów sztucznej inteligencji w zastosowaniu do robotyki. | | | | | | | | | | |
| 3.2.2 | Scientific research in Robotics I/ Badania naukowe w robotyce I | 75 | | | | | | | | 75 | 6 | K_W07, K_U07, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | An overview of research topics, including computer vision-based control of mobile robots, soft robots, medical robotics (rehabilitation robots, surgical support systems), and industrial robotics (production line control systems, gripper design), as selected by students. A discussion of significant and recent research | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|----|--|--|--|--|--|----|---|--------------------------------------|
| | | <p>issues and application topics in the fields of artificial intelligence and robotics. A discussion of scientific articles and advanced robotics projects using artificial intelligence.</p> <p>Przegląd tematów badawczych dotyczących m.in. sterowania robotami mobilnymi na podstawie wizji komputerowej, robotów miękkich, robotyki medycznej (roboty rehabilitacyjne, systemy wspierające operacje), robotykę przemysłowej (systemy sterowania liniami produkcyjnymi, projektowanie chwytaków) wg wyboru przez Studentów. Omówienie istotnych i najnowszych problemów badawczych oraz zagadnień aplikacyjnych w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki. Omówienie artykułów naukowych i zaawansowanych projektów z robotyki z zastosowaniem sztucznej inteligencji.</p> | | | | | | | | | | |
| S.4 | Reinforcement Learning/ Uczenie przez wzmocnienie | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W03, K_U01, K_U05, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The course offers a comprehensive introduction to Reinforcement Learning (RL), covering both theoretical foundations and practical algorithms. Topics include Markov Decision Processes, reward signals, policies, and value functions. Students explore classic methods, as well as function approximation techniques including linear, kernel-based, and fuzzy methods. The course also covers Deep Reinforcement Learning, policy gradient methods, and advanced policy optimization techniques. Multi-Agent RL is introduced with a focus on cooperation and competition. Additional topics include imitation learning, evolutionary algorithms and population-based methods. The course concludes with bandit problems, off-policy evaluation, and a comparison of model-based vs. model-free RL.</p> <p>Przedmiot oferuje kompleksowe wprowadzenie do uczenia się przez wzmacnianie (Reinforcement Learning – RL), obejmujące zarówno podstawy teoretyczne, jak i algorytmy praktyczne. Tematy obejmują procesy decyzyjne Markowa, sygnały nagrody, strategie i funkcje wartości. Studenci poznają klasyczne metody, a także techniki aproksymacji funkcji, w tym metody liniowe, oparte na jądrze i rozmyte. Przedmiot obejmuje również głębokie uczenie się przez wzmacnianie, metody gradientu strategii oraz zaawansowane</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|-----------------------------------|
| | | <p>techniki optymalizacji strategii. Wprowadzane jest wieloagentowe uczenie przez wzmacnianie, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy i konkurencji. Dodatkowe tematy obejmują uczenie się przez imitację, algorytmy ewolucyjne oraz metody oparte na populacjach. Przedmiot kończy się zagadnieniami problemami bandytów, oceną off-policy oraz porównaniem RL opartego na modelu i model-free.</p> | | | | | | | | | | |
| | Probabilistic Robotics/ Robotyka probabilistyczna | 45 | | 30 | | | | | | 75 | 6 | K_W01, K_W05, K_U01, K_U05, K_K02 |
| S.5 | Program content/ Treści programowe | <p>The general objective for the course is to provide students with knowledge on the basic tools for probabilistic state estimation in robotics and being able to apply these tools to real study cases and to implement working solutions. Topics include: Primer on Probability Theory: Probability Density Functions, Gaussian Probability Density Functions, Gaussian Processes; Linear-Gaussian Estimation: Batch Discrete-Time Estimation, Recursive Discrete-Time Smoothing, Recursive Discrete-Time Filtering, Batch Continuous-Time Estimation, Nonlinear Non-Gaussian Estimation: Recursive Discrete-Time Estimation, Batch Discrete-Time Estimation, Batch Continuous-Time Estimation, Biases, Correspondences and Outliers: Handling Input/Measurements Biases, Data Association, Handling Outliers, Primer on Three-Dimensional Geometry: Vectors and Reference Frames, Rotations, Poses, Sensor Models; Matrix Lie Groups: Geometry, Kinematics, Probability and Statistics, Pose Estimation Problems: Point-Cloud Alignment, Point-Cloud Tracking, Pose-Graph Relaxation, Pose-and-Point Estimation Problems: Bundle Adjustment, Simultaneous Localization and Mapping, Continuous-Time Estimation: Motion Prior, Simultaneous Trajectory Estimation and Mapping.</p> <p>Celem ogólnym przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi narzędziami probabilistycznej estymacji stanu w robotyce oraz umiejętnością zastosowania tych narzędzi w rzeczywistych przypadkach badawczych i implementacji działających rozwiązań. Tematy obejmują: Wprowadzenie do teorii</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | <p>prawdopodobieństwa: Funkcje gęstości prawdopodobieństwa, Gaussowskie funkcje gęstości prawdopodobieństwa, Procesy gaussowskie, Estymacja liniowo-gaussowska: Estymacja wsadowa w czasie dyskretnym, Rekurencyjne wygładzanie w czasie dyskretnym, Rekurencyjne filtrowanie w czasie dyskretnym, Estymacja wsadowa w czasie ciągłym; Estymacja nieliniowa niegaussowska: Rekurencyjna estymacja w czasie dyskretnym, Estymacja wsadowa w czasie dyskretnym, Estymacja wsadowa w czasie ciągłym; Błędy, odpowiedniości i wartości odstające: Obsługa błędów wejściowych/pomiarów, Asocjacja danych, Obsługa wartości odstających; Podstawy geometrii trójwymiarowej: wektory i układy odniesienia, obroty, pozy, modele czujników, Grupy Lie macierzowe: geometria, kinematyka, prawdopodobieństwo i statystyka; Problemy szacowania pozy: wyrównywanie chmury punktów, śledzenie chmury punktów, relaksacja pozy-grafu; Problemy szacowania pozy i punktu: dopasowanie wiązki, jednoczesna lokalizacja i mapowanie; Estymacja w czasie ciągłym: ruch a priori, jednoczesna szacowanie trajektorii i mapowanie.</p> | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Research Topics in Artificial Intelligence/ Tematy badawcze w zakresie sztucznej inteligencji | 75 | | | | | | | | 75 | 6 | K_W05, K_U07, K_K03 |
| | Program content / Treści programowe | <p>Presenting a current overview of real-world research topics in the field of artificial intelligence and robotics by researchers active in the field, including a research problem statement, instructor commentary, and student discussion. Developing a critical perspective on the research topics conducted by students and utilizing practical tools for experimental validation.</p> <p>Prezentacja aktualnego przeglądu rzeczywistych tematów badawczych w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki przez badaczy aktywnych w danej dziedzinie, z postawieniem problemu badawczego, komentarzem wykładowcy i dyskusją z udziałem studentów. WYROBIENIE krytycznego spojrzenia na</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | tematykę badań naukowych prowadzonych przez studentów oraz wykorzystanie praktycznych narzędzi do walidacji eksperymentalnej. | | | | | | | | | |
| 3.4 | Legal aspects of security management / Prawne aspekty zarządzania bezpieczeństwem | 45 | | | | | | | 45 | 3 | K_W06, K_U07, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The module offers a comprehensive overview of legal aspects of data security in AI and robotics. It introduces key concepts of security management. Legal frameworks such as GDPR, the AI Act, and IEC standards are discussed. Real-world case studies as surgical robots, autonomous vehicles—are used to illustrate concepts. Ethical reflection and secure-by-design principles are emphasized.</p> <p>Moduł oferuje kompleksowy przegląd prawnych aspektów bezpieczeństwa danych w sztucznej inteligencji i robotyce. Wprowadza kluczowe koncepcje zarządzania bezpieczeństwem. Omawiane są ramy prawne, takie jak RODO, ustawa o sztucznej inteligencji (AI Act) i normy IEC. Do zilustrowania koncepcji posłużono się praktycznymi studiami przypadków – robotami chirurgicznymi i pojazdami autonomicznymi. Szczególny nacisk kładziony jest na refleksję etyczną i zasady bezpieczeństwa w fazie projektowania.</p> | | | | | | | | | |
| 3.5 | Entrepreneurship/ Przedsiębiorczość | 15 | | | | | | | 15 | 1 | K_W06, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>This course introduces entrepreneurship using artificial intelligence and robotics, equipping master's students with the knowledge and skills necessary to transform innovative ideas into profitable businesses. Topics include opportunity recognition, business model development, intellectual property management, financing strategies, and technology commercialization. Students will learn to assess market needs, evaluate technical feasibility, and develop strategic plans for AI- and robotics-based products and services.</p> <p>Przedmiot wprowadza do przedsiębiorczości z wykorzystaniem sztucznej inteligencji i robotyki, wyposażając studentów studiów magisterskich w wiedzę i umiejętności niezbędne do przekształcania</p> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|--|----|--|--|--|--|--|----|---|--------------------------------------|
| | | <p>innowacyjnych pomysłów w opłacalne przedsięwzięcia biznesowe. Tematy obejmują rozpoznawanie szans, rozwój modelu biznesowego, zarządzanie własnością intelektualną, strategie finansowania oraz komercjalizację technologii. Studenci uczą się oceniać potrzeby rynku, oceniać wykonalność techniczną oraz opracowywać plany strategiczne dla produktów i usług opartych na sztucznej inteligencji i robotyce.</p> | | | | | | | | | | |
| 3.6 | Final thesis preparation/ Przygotowanie pracy dyplomowej | | | 30 | | | | | | 30 | 2 | K_W07, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>Students demonstrate mastery of methodologies specific to Artificial Intelligence and/or its applications in robotics. The problems posed to students by the instructor are closely related to the chosen thesis topic. Experiments are conducted in a virtual environment or in a relevant environment.</p> <p>Student wykazuje się opanowaniem metodologii specyficznych dla Sztucznej Inteligencji i/lub jej zastosowań w Robotyce. Problemy stawiane studentom przez prowadzącego są ściśle powiązane z obroną tematyką pracy dyplomowej. Eksperymenty prowadzone są w środowisku wirtualnym lub w środowisku relewanym.</p> | | | | | | | | | | |

Study year / Rok studiów: drugi/4th

Semester / Semestr: czwarty

Total number of ECTS points / Łączna liczba punktów ECTS: (w semestrze): 30

Total number of hours / Łączna liczba godzin zajęć (w semestrze): 345

*NrP – numer identyfikacyjny zajęć lub grupy zajęć (format dowolny)

| *NrP | Name of the class or class group/ Nazwa zajęć lub grupy zajęć | Form of classes - number of hours/ Forma zajęć - liczba godzin | | | | | | | Total (number of hours)/ Razem (liczba godzin zajęć) | Total (ECTS points)/ Razem (punkty ECTS) | Learning Outcome Symbols/ Symbole efektów uczenia się | |
|------|--|---|-------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------|---|---|--|----------------------------|
| | | Lecture \ Wykład | Practice \ Ćwiczenia | Laboratory \ Laboratorium | Project \ Projekt | Field activities/ Zajęcia terenowe | Seminar/ Seminarium | Practice \ Praktyka | | | | Other \ Inne |
| | Seminars in Artificial Intelligence and Robotics/ Seminaria z zakresu sztucznej inteligencji i robotyki | | | | | | | 45 | | 45 | 3 | K_W07, K_U07, K_K01, K_K03 |
| 4.1 | Program content/ Treści programowe | <p>The topics are presented by active researchers in these fields in order to present the student with research problems and relevant and recent application themes in Artificial Intelligence and Robotics. To this end, the courses include both the presentation and discussion of scientific articles, and an advanced project work. Students have the opportunity to develop their own research papers or research project proposals.</p> <p>Tematy są prezentowane przez aktywnych badaczy z tych dziedzin, aby zapoznać studentów z problemami badawczymi oraz istotnymi i aktualnymi zagadnieniami aplikacyjnymi w dziedzinie sztucznej inteligencji i robotyki. W tym celu przedmioty obejmują zarówno prezentację i dyskusję artykułów naukowych,</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|--|--|--|--|--|--|--|----|---|---------------------|
| | | jak i zaawansowaną pracę projektową. Student ma możliwość opracowywania własnych prac naukowych lub propozycji projektów badawczych. | | | | | | | | | | |
| 4.2.1 | Scientific research in Artificial Intelligence II/ Badania naukowe w sztucznej inteligencji II | 75 | | | | | | | | 75 | 6 | K_W07, K_U07, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The lecture focuses on advanced artificial intelligence methods (to be chosen by the student) that enable safe decision-making regarding robot control, including methods that are understandable and reliable for experienced operators. The lectures are led by active scientists and combine presentation and discussion of the latest scientific papers with advanced, independent student work.</p> <p>Wykład koncentruje się na zaawansowanych metodach sztucznej inteligencji (do wyboru przez Studenta), które umożliwiają bezpieczne podejmowanie decyzji dotyczących sterowania robotami, w tym na metodach zrozumiałych i niezawodnych dla doświadczonych operatorów. Wykłady prowadzone są przez aktywnych naukowców, łączą prezentację i dyskusję najnowszych prac naukowych z zaawansowaną, samodzielną pracą studentów.</p> | | | | | | | | | | |
| 4.2.2 | Scientific research in Robotics II/ Badania naukowe w robotyce II | 75 | | | | | | | | 75 | 6 | K_W07, K_U07, K_K02 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>This course focuses on advanced applications of artificial intelligence in robotics (to be chosen by the student), which enable low-level control of robots, including industrial automation systems. The lectures are led by active scientists and combine presentation and discussion of the latest scientific papers with advanced, independent student work.</p> <p>Przedmiot koncentruje się na zaawansowanych zastosowaniach sztucznej inteligencji w robotyce (do wyboru przez Studenta), które pozwalają na niskopoziomowe sterowanie robotami, w tym w układach automatyki</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--|--|--|-----|----|--|--|--|-----|---|-----------------------------------|
| | | przemysłowej. Wykłady prowadzone są przez aktywnych naukowców, łączą prezentację i dyskusję najnowszych prac naukowych z zaawansowaną, samodzielną pracą studentów. | | | | | | | | | | |
| 4.3 | Final thesis research project/ Projekt badawczy dyplomowy | | | | 150 | | | | | 150 | 7 | K_W07, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>Student applies research methods leading to the solution of scientific problems posed in the final thesis. The course of experiments is monitored, including unsuccessful attempts to solve the research problem, in order to confirm the authorship of the final solution presented in the thesis. The student is guaranteed access to a specialized research laboratory equipped with advanced hardware and software as well as technical devices necessary to complete the diploma project.</p> <p>Student stosuje metody badawcze prowadzące do rozwiązania problemów naukowych postawionych w pracy dyplomowej. Monitorowane są przebiegi eksperymentów, także nieudane próby rozwiązania problemu badawczego, w celu potwierdzenia autorstwa finalnego rozwiązania zaprezentowanego w pracy dyplomowej. Studentowi gwarantowany jest dostęp do specjalistycznego laboratorium badawczego, wyposażonego w zaawansowane środowisko sprzętowe i programistyczne oraz urządzenia techniczne niezbędne do realizacji projektu dyplomowego.</p> | | | | | | | | | | |
| 4.4 | Final thesis seminar/ Seminarium dyplomowe | | | | | 75 | | | | 75 | 4 | K_W07, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>During the seminar, the research results obtained in the final thesis are presented, discussed, and interpreted. Students practice the skills of scientific polemics and public presentation of the thesis.</p> <p>W trakcie seminarium prezentowane, omawiane i interpretowane są wyniki badań otrzymanych w pracy dyplomowej. Studenci ćwiczą umiejętność polemiki naukowej oraz publicznej prezentacji pracy dyplomowej.</p> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|---|--|--|--|--|--|--|--|---|----|--------------------------------------|
| 4.5 | Final thesis/ Praca dyplomowa | | | | | | | | | 0 | 10 | K_W07, K_U07, K_K01, K_K02, K_K03 |
| | Program content/ Treści programowe | <p>The Student completes a master's thesis, in which he demonstrates mastery of methodologies specific to Artificial Intelligence and/or its applications in Robotics.</p> <p>Student realizuje pracę magisterską, w której wykazuje opanowanie metodologii specyficznych dla Sztucznej Inteligencji i/lub jej zastosowań w Robotyce.</p> | | | | | | | | | | |

Prorektor ds. nauczania
Dr hab. inż. Izabela Major, prof. PCz