Obraz zawierający Czcionka, logo, design, Grafika

Opis wygenerowany automatycznieZałącznik nr 4

**Rekomendowany program studiów**

Część A) Efekty uczenia się

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kierunek | | | Uczenie maszynowe |
| Poziom studiów | | | Studia II stopnia |
| Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji | | | 7 |
| Profil studiów | | | Ogólnoakademicki |
| Tytuł zawodowy uzyskiwany przez absolwenta | | | Magister |
| Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się | | | Informatyka (100%) |
| Symbol | PRK | Po ukończeniu studiów absolwent osiąga następujące efekty uczenia się: | |
| WIEDZA: absolwent zna i rozumie | | | |
| K\_W01 | P7S\_WK | Zna i rozumie w pogłębionym stopniu fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji oraz główne trendy rozwojowe dyscyplin naukowych istotnych dla kierunku kształcenia. | |
| K\_W02 | P7S\_WG | Ma pogłębioną wiedzę z działów matematyki niezbędnych do studiowania uczenia maszynowego (rachunek prawdopodobieństwa, statystyka, analiza wielowymiarowa i algebra liniowa). | |
| K\_W03 | P7S\_WG | Rozumie, że analizie mogą podlegać różne typy danych, potrafi je zidentyfikować, zna problemy związane z ich przetwarzaniem i eksploracją. | |
| K\_W04 | P7S\_WG | Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych narzędzi statystycznych stosowanych w modelowaniu i analizie danych. | |
| K\_W05 | P7S\_WG | Zna metody wstępnej obróbki danych, w tym metody redukcji wymiaru danych i ekstrakcji cech. | |
| K\_W06 | P7S\_WG | Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie podstawowych technik uczenia maszynowego oraz metodologii konstruowania i prowadzenia badań z tego zakresu. | |
| K\_W07 | P7S\_WG | Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie zaawansowanych technik uczenia maszynowego ze szczególnym uwzględnieniem algorytmów uczenia sieci neuronowych oraz architektur sieci konwolucyjnych i rekurencyjnych. | |
| K\_W08 | P7S\_WG | Zna własności algorytmów uczenia ze wzmocnieniem, wie kiedy które zastosować i jak zaimplementować najważniejsze z nich. | |
| K\_W09 | P7S\_WG | Zna techniki wielkoskalowego przetwarzania danych używane w kontekście uczenia maszynowego. | |
| K\_W10 | P7S\_WG | Zna metody rozpraszania i zrównoleglania obliczeń. | |
| K\_W11 | P7S\_WG | Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat klasyfikacji obrazów oraz detekcji obiektów na obrazie. | |
| K\_W12 | P7S\_WG | Zna metodyki, zagadnienia i techniki oraz narzędzia służące do przetwarzania języka naturalnego. | |
| K\_W13 | P7S\_WK | Zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z zakresu uczenia maszynowego. | |
| K\_W14 | P7S\_WK | Zna i rozumie w pogłębionym stopniu ekonomiczne, społeczne, prawne i inne uwarunkowania różnych rodzajów działań związanych z nadaną kwalifikacją, w tym zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego. | |
| UMIEJĘTNOŚCI: absolwent potrafi | | | |
| K\_U01 | P7S\_UU | Potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie i ukierunkowywać innych w tym zakresie. | |
| K\_U02 | P7S\_UO | Potrafi kierować pracą zespołu, współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych i podejmować wiodącą rolę w zespołach. | |
| K\_U03 | P7S\_UK | Umie komunikować się na tematy związane z uczeniem maszynowym ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę, przygotować prezentację oraz publikację naukową z użyciem narzędzi informatycznych. | |
| K\_U04 | P7S\_UW | Potrafi zastosować wiedzę matematyczną do formułowania, analizowania i rozwiązywania zadań z zakresu szeroko rozumianej analizy danych. | |
| K\_U05 | P7S\_UW | Umie integrować zbiory danych, przekształcać do postaci pozwalającej na dalsze analizy, dokonywać wstępnej obróbki danych oraz oceniać ich jakość. | |
| K\_U06 | P7S\_UW | Potrafi tworzyć wizualizacje danych w celu zgłębienia zbioru danych, pokazania występujących w nim zależności i wzorców oraz zilustrowania wyników badań. | |
| K\_U07 | P7S\_UW | Potrafi stosować techniki nowoczesnej statystycznej analizy danych. | |
| K\_U08 | P7S\_UW | Potrafi zaproponować i zbudować model uczenia maszynowego dla praktycznych zagadnień z innych dyscyplin z użyciem podstawowych technik oraz zbadać jego własności i ocenić jakość. | |
| K\_U09 | P7S\_UW | Umie rozwiązywać typowe problemy uczenia maszynowego za pomocą gotowych bibliotek i narzędzi informatycznych. | |
| K\_U10 | P7S\_UW | Potrafi implementować własne algorytmy uczenia maszynowego lub dostosowywać istniejące do własnych potrzeb w przynajmniej jednym współczesnym języku programowania i umie ocenić ich złożoność. | |
| K\_U11 | P7S\_UW | Potrafi zaimplementować algorytmy klasyfikacji obrazów za pomocą konwolucyjnych sieci neuronowych oraz algorytmy przetwarzania tekstu za pomocą rekurencyjnych sieci neuronowych. | |
| K\_U12 | P7S\_UW | Potrafi stosować procedury uczenia ze wzmocnieniem. | |
| K\_U13 | P7S\_UW | Umie przetwarzać duże zbiory danych. | |
| K\_U14 | P7S\_UW | Umie stosować współczesne systemy rozpraszania i zrównoleglania obliczeń. | |
| K\_U15 | P7S\_UW | Potrafi stworzyć rozbudowane rozwiązanie z zakresu klasyfikacji obrazów i detekcji obiektów na obrazie. | |
| K\_U16 | P7S\_UW | Potrafi stosować w praktyce techniki przetwarzania języka naturalnego. | |
| K\_U17 | P7S\_UK | Potrafi posługiwać się językiem angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego, ze szczególnym uwzględnieniem terminologii używanej w uczeniu maszynowym. | |
| KOMPETENCJE SPOŁECZNE: absolwent jest gotów do | | | |
| K\_K01 | P7S\_KK | Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści. | |
| K\_K02 | P7S\_KK | Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu. | |
| K\_K03 | P7S\_KO | Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy. | |
| K\_K04 | P7S\_KO | Jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, inspirowania i organizowania działalności na rzecz środowiska społecznego. | |
| K\_K05 | P7S\_KO | Jest gotów do udziału w projektach z zakresu uczenia maszynowego mających na celu realizację interesu publicznego. | |
| K\_K06 | P7S\_KR | Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodu, podtrzymywania etosu zawodowego, przestrzegania i rozwijania zasad etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad. | |

Objaśnienia oznaczeń:

Kolumna Symbol

Przed podkreślnikiem: K – kierunkowe efekty uczenia się

Po podkreślniku: W – kategoria wiedzy, U – kategoria umiejętności, K – kategoria kompetencji społecznych

Kolumna PRK

Charakterystyki drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 PRK typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4

P = poziom PRK (6-7)

S = charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego

W = wiedza

G = zakres i głębia

K = kontekst

U = umiejętności

W = wykorzystanie wiedzy

K = komunikowanie się

O = organizacja pracy

U = uczenie się

K = kompetencje społeczne

K = oceny

O = odpowiedzialność

R = rola zawodowa

Przykład:

P7S\_WK = poziom 7 PRK, charakterystyka typowa dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego, wiedza – kontekst

Część B) Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kierunek | | | | Uczenie maszynowe |
| Poziom studiów | | | | Studia II stopnia |
| Poziom Polskiej Ramy Kwalifikacji | | | | 7 |
| Profil studiów | | | | Ogólnoakademicki |
| Przyporządkowanie kierunku do dyscypliny naukowej lub artystycznej (dyscyplin), do których odnoszą się efekty uczenia się | | | | Informatyka (100 %) |
| Forma studiów | | | | Stacjonarne |
| Liczba semestrów | | | | 4 |
| Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie | | | | 120 |
| Liczba punktów ECTS uzyskana w ramach przedmiotów do wyboru | | | | 57 |
| Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia | | | | 63 |
| Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych | | | | 6 |
| Łączna liczba godzin zajęć dydaktycznych | | | | 1110 |
| Tytuł zawodowy nadawany absolwentom | | | | Magister |
| Przedmioty wraz z zakładanymi efektami uczenia się\* | | | | |
| Grupy  przedmiotów | Przedmiot | ECTS \*\* | Zakładane efekty uczenia się | Zarys przedmiotu/ów |
| Przedmioty obowiązkowe | Kurs wstępny – wprowadzenie do matematyki | 3 | K\_W02, K\_U04, K\_K02 | Przedmiot ma na celu przedstawienie kluczowych koncepcji matematycznych niezbędnych do zrozumienia metod uczenia maszynowego, w tym algebry liniowej (operacje na macierzach, rozkłady), analizy (pochodne) oraz podstaw prawdopodobieństwa i statystyki (zmienne losowe, rozkłady prawdopodobieństwa). |
| Kurs wstępny – wprowadzenie do uczenia maszynowego | 2 | K\_W03, K\_W05, K\_W06, K\_U05, K\_U06, K\_U08, K\_U09 | Przedmiot ma nauczyć studentów podstaw i metod uczenia maszynowego, w tym etapów pracy nad projektem (przygotowanie danych, analiza, budowanie i ocena modelu, interpretacja wyników) oraz posługiwania się podstawowymi narzędziami informatycznymi stosowanymi w tej dziedzinie. |
| Kurs wstępny – wprowadzenie do programowania w języku Python | 1 | K\_U05, K\_U09, K\_U10 | Przedmiot ma na celu nauczenie studentów podstaw języka Python, w tym pracy w środowisku, składni, typów danych i modułów, aby przygotować ich do specjalistycznych kursów z uczenia maszynowego. |
| Praktyczne aspekty pracy z danymi | 3 | K\_W03, K\_W05, K\_U05, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_K01 | Przedmiot koncentruje się na praktycznych aspektach trenowania algorytmów uczenia maszynowego, obejmujących metody pracy z danymi (zbieranie, przechowywanie, przetwarzanie) oraz uczenie, testowanie i ocenę jakości i wydajności algorytmów. |
| Statystyczne uczenie maszynowe | 6 | K\_W01, K\_W02, K\_W04, K\_W05, K\_W06, K\_U04, K\_U07, K\_U08, K\_U09 | Przedmiot ma nauczyć studentów klasycznych problemów i algorytmów uczenia maszynowego, w tym modeli klasyfikacyjnych, regresyjnych, klasteryzacji, zespołowych i redukcji wymiaru. Zajęcia laboratoryjne skupiają się na praktycznym użyciu wybranej nowoczesnej biblioteki algorytmów uczenia maszynowego. |
| Głębokie sieci neuronowe | 6 | K\_W01, K\_W06, K\_W07, K\_U09, K\_U10, K\_U13, K\_K02 | Przedmiot ma na celu przedstawienie studentom współczesnych architektur głębokich sieci neuronowych i metod ich uczenia, w tym sieci konwolucyjnych, rekurencyjnych i generatywnych oraz ich zastosowań w analizie obrazów i przetwarzaniu języka naturalnego. Studenci będą również uczyć się wykorzystania nowoczesnych bibliotek do uczenia głębokiego. |
| Aspekty społeczne i prawne uczenia maszynowego | 3 | K\_W01, K\_W14, K\_K01, K\_K04, K\_K05, K\_K06 | Przedmiot ma zapoznać studentów z społecznymi i prawnymi aspektami związanymi z uczeniem i stosowaniem systemów decyzyjnych, w tym dotyczącymi prywatności, zarządzania danymi wrażliwymi, ograniczeń prawnych w uczeniu maszynowym oraz kwestii własności intelektualnej. |
| Przygotowanie do pracy badawczo-rozwojowej | 3 | K\_W01, K\_W06, K\_U01, K\_U03, K\_K01, K\_K02, K\_K06 | Przedmiot przygotowuje studentów do stosowania różnorodnych metod pracy nad projektami badawczo-rozwojowymi, w tym przeglądu literatury, zbierania danych i raportowania wyników, a także do uczestnictwa w seminarium magisterskim, pisania pracy dyplomowej i pracy zespołowej nad projektami z uczenia maszynowego. |
| Uczenie ze wzmocnieniem | 6 | K\_W01, K\_W08, K\_U10, K\_U12, K\_K02 | Przedmiot ma zapoznać studentów z nowoczesnymi technikami i algorytmami uczenia ze wzmocnieniem, w tym metodami bezmodelowymi (gradient polityki, opartymi na wartościach, aktor-krytyk), metodami modelowymi i przeszukiwania oraz zastosowaniami sieci neuronowych w uczeniu ze wzmocnieniem. |
| Przetwarzanie języka naturalnego | 6 | K\_W01, K\_W03, K\_W07, K\_W12, K\_U05, K\_U08, K\_U10, K\_U11, K\_U16, K\_K02 | Przedmiot ten wprowadza studentów w teorię i praktykę przetwarzania języka naturalnego, obejmując lingwistykę obliczeniową, klasyfikację tekstu, ekstrakcję informacji oraz zastosowanie głębokich sieci neuronowych w tłumaczeniu maszynowym i generowaniu tekstu, z uwzględnieniem narzędzi specyficznych dla języka angielskiego i polskiego. |
| Przetwarzanie i analiza danych multimedialnych | 6 | K\_W01, K\_W03, K\_W07, K\_W11, K\_U05, K\_U08, K\_U10, K\_U11, K\_U15, K\_K02 | Przedmiot ma na celu nauczenie studentów architektur głębokiego uczenia i umiejętności implementacji, trenowania oraz debugowania sieci neuronowych do rozpoznawania obiektów w danych multimedialnych, w tym dźwięku, obrazów i filmów. Kurs powinien uwzględnić aspekty pracy z danymi zaszumionymi. |
| Projekt zespołowy z uczenia maszynowego 1 | *3* | K\_U01, K\_U02, K\_U03, K\_U05, K\_U06, K\_U07, K\_U08, K\_U09, K\_U10, K\_K01, K\_K02, K\_K03, K\_K05, K\_K06 | Przedmiot polega na zespołowej realizacji projektów z uczenia maszynowego mających na celu rozwiązywanie rzeczywistych problemów i ocenę efektywności technik uczenia maszynowego. Student ma dzięki temu możliwość wykorzystania wiedzy teoretycznej w praktyce. |
| Projekt zespołowy z uczenia maszynowego 2 | *3* |
| Uczenie maszynowe w dużej skali | 6 | K\_W01, K\_W09, K\_W10, K\_U10, K\_U13, K\_U14, K\_K02 | Zajęcia mają na celu przedstawienie technik i narzędzi do przetwarzania Big Data w uczeniu maszynowym, w tym *map-reduce*, *Resilient Distributed Dataset*, przetwarzanie strumieniowe, klastrowanie oraz równoległe i rozproszone wersje klasycznych algorytmów uczenia maszynowego. |
| Wyjaśnialne uczenie maszynowe | 6 | K\_W01, K\_W07, K\_U06, K\_U08, K\_U09, K\_K02 | Kurs ma nauczyć studentów metod i technik wyjaśniania złożonych modeli uczenia maszynowego, w tym analizy struktury modeli i interpretacji ich predykcji. |
| Podstawy przedsiębiorczości | 3 | K\_W13, K\_W14, K\_U02, K\_K03, K\_K06 | Przedmiot ma na celu wprowadzić studentów w istotę przedsiębiorczości, zakładania i zarządzania firmą, tworzenia startupów, z naciskiem na branżę związaną z uczeniem maszynowym. |
| Przedmioty do wyboru I – specjalistyczne | Przedmioty z listy ustalanej przez uczelnię | *12* | K\_W01, K\_W07, K\_U09, K\_U10, K\_K01, K\_K06 | Przedmioty z tej grupy powinny być ściśle związane z kierunkiem studiów i zawierać treści, które pozwolą studentom na zdobycie wiedzy i umiejętności z zakresu zaawansowanych technik uczenia maszynowego.  Zakłada się, że student zrealizuje dwa przedmioty za 6 punktów ECTS każdy, ale dopuszcza się realizację większej liczby przedmiotów pod warunkiem, że student zdobędzie za nie łącznie 12 punktów ECTS. |
| Przedmioty do wyboru II – zastosowania uczenia maszynowego | Przedmioty z listy ustalanej przez uczelnię | *12* | K\_W03, K\_W07, K\_U03, K\_U05, K\_U08, K\_K02, K\_K05 | Przedmioty z tej grupy powinny zawierać treści związane z zastosowaniami metod i technik uczenia maszynowego w innych dziedzinach np. biologii, medycynie, finansach.  Zakłada się, że student zrealizuje dwa przedmioty za 6 punktów ECTS każdy, ale dopuszcza się realizację większej liczby przedmiotów pod warunkiem, że student zdobędzie za nie łącznie 12 punktów ECTS.  Jeżeli program studiów przewiduje praktyki zawodowe, to student realizuje tylko jeden przedmiot za 6 punktów ECTS. |
| Przedmioty do wyboru III – grupa ogólna | Przedmiot z listy ustalanej przez uczelnię | *6* | zależne od wybranego przedmiotu | Dowolny przedmiot z listy oferowanej przez uczelnię. Nie musi być ściśle związany z kierunkiem studiów, student może wykorzystać go, aby poszerzyć swoją wiedzę z zakresu innej dziedziny np. informatyki lub matematyki.  Zakłada się, że student zrealizuje jeden przedmiot, ale dopuszcza się realizację większej ich liczby pod warunkiem, że student zdobędzie za nie łącznie 6 punktów ECTS. |
| Przedmioty do wyboru spoza kierunku \*\*\* | Przedmiot ogólnouczelniany | *3* | K\_K01, K\_K02 | Dowolny przedmiot z obszaru kształcenia niezwiązanego ze studiowanym kierunkiem. |
| Przedmioty w języku obcym | Język angielski | 3 | K\_U03, K\_U17 | Przedmiot ma na celu poprawę umiejętności językowych studentów, z naciskiem na terminologię specjalistyczną, komunikację akademicką i zawodową, zrozumienie tekstów akademickich i technicznych oraz pisanie tekstów formalnych, opisów projektów i raportów analitycznych. |
| Praca dyplomowa | Seminarium magisterskie 1 | *3* | K\_W06, K\_U01, K\_U03, K\_U10, K\_K01, K\_K02, K\_K06 | Na seminariach magisterskich studenci samodzielnie przygotowują i przedstawiają prezentacje wybranych tematów z literatury, które mają pomóc w napisaniu wartościowej pracy dyplomowej. |
| Seminarium magisterskie 2 | *3* |
| Seminarium magisterskie 3 i złożenie pracy | *12* |

\* Załącznikiem do programu studiów są sylabusy przedmiotów.

\*\* ECTS przypisane do przedmiotów do wyboru napisane są kursywą.

\*\*\* Przedmioty do wyboru ogólnouczelniane bądź oferowane przez inne wydziały lub jednostki, w tym przedmioty z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych.

Część C) Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta

Zakładane efekty uczenia się dotyczące każdego przedmiotu oraz sposoby weryfikacji ich osiągnięcia przez studenta powinny zostać określone w sylabusie przedmiotu. Weryfikacja osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się powinna obejmować wszystkie ich kategorie, tj. wiedzę, umiejętności oraz kompetencje społeczne.

Proponowane metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiąganych przez studenta w ramach przedmiotu obejmują między innymi:

* egzamin pisemny, testowy lub ustny,
* zaliczenie pisemne, testowe, ustne lub na podstawie zadań zleconych przez prowadzącego zajęcia,
* przygotowanie pracy semestralnej lub rocznej,
* ocenę prezentacji projektu przygotowywanego indywidualnie lub grupowo,
* ocenę procesu realizacji pracy dyplomowej,
* recenzję pracy dyplomowej.

Preferowanymi metodami weryfikacji i oceny osiąganych efektów uczenia się powinny być metody wymagające samodzielnej (indywidualnej lub zespołowej) pracy studenta.

Ocena końcowa z każdego przedmiotu powinna odzwierciedlać poziom osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się (procent łącznej sumy punktów oceniających osiągnięty poziom wymaganej wiedzy/umiejętności):

* bardzo dobry – zakładane efekty uczenia się osiągnięte w pełni (91–100%),
* dobry plus – zakładane efekty uczenia się osiągnięte z niewielkimi niedociągnięciami (81–90%),
* dobry – zakładane efekty uczenia się osiągnięte z pewnymi brakami, które mogą być dość szybko uzupełnione (71–80%),
* dostateczny plus – zakładane efekty uczenia się osiągnięte z istotnymi brakami, które mogą być dość szybko uzupełnione (61–70%),
* dostateczny – zakładane efekty uczenia się osiągnięte z istotnymi brakami z zachowaniem minimalnego poziomu wymagań (51–60%),
* niedostateczny – zakładane efekty uczenia się nie zostały osiągnięte.

Weryfikacja osiągnięcia zakładanych efektów uczenia się na poziomie kierunku odbywa się na podstawie oceny procesu realizacji pracy dyplomowej, recenzji pracy dyplomowej oraz egzaminu dyplomowego.