**Nazwa przedmiotu:**

Inteligentne techniki obliczeniowe

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kasprzak

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Informatyka

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

ITOUZ

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Liczba godzin kontaktowych - 24 h - w tym:
a) uczestnictwo w zajęciach stacjonarnych - 5 h,
b) uczestnictwo w konsultacjach (poprzez Skype) - 5 h,
c) uczestnictwo w trzech sprawdzianach - 6 h,
d) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny trzech sprawdzianów - 3 h,
e) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny projektu wstępnego - 3 h.
f) uczestnictwo w egzaminie - 2 h.

Praca własna studenta - 120 h - w tym::
a) samodzielne studiowanie materiałów wykładowych - 30 h;
b) samodzielne studiowanie i rozwiązywanie zadań z ćwiczeń - 30 h;
c) wykonanie projektu - 40 h;
d) przygotowanie się do egzaminu - 20 h.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Jeden punkt ECTS student uzyskuje za godziny kontaktowe ( 24 h ) - w tym za:

a) uczestnictwo w zajęciach stacjonarnych - 5 h;
b) uczestnictwo w konsultacjach (poprzez Skype) - 5 h;
c) uczestnictwo w trzech sprawdzianach - 6 h,
d) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny trzech sprawdzianów - 3 h;
e) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny projektu wstępnego - 3 h;
f) uczestnictwo w egzaminie - 2 h.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

Cztery punkty ECTS student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym (109 h), w tym za:
a) uczestnictwo w konsultacjach (poprzez Skype) - 5 h;
b) uczestnictwo w sprawdzianach - 6 h;
b) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny trzech sprawdzianów - 3 h;
c) analiza dokonanej przez nauczyciela oceny projektu wstępnego - 3 h;
d) uczestnictwo w egzaminie - 2 h;
e) samodzielne studiowanie i rozwiązywanie zadań z ćwiczeń - 30 h;
f) wykonanie projektu - 40 h;
g) przygotowanie się do egzaminu - 20 h.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 15h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Oczekuje się wiedzy z zakresu studiów inżynierskich dotyczącej logiki, rachunku prawdopodobieństwa i przedmiotów informatycznych z zakresu programowania, teorii algorytmów i struktur danych. Pomocne jest zaliczenie przedmiotu o podstawach "Sztucznej Inteligencji" na studiach inżynierskich.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z zaawansowanymi metodami obliczeniowymi z zakresu "Sztucznej Inteligencji". Nauczenie projektowania racjonalnie działających agentów o możliwościach przeszukiwania i planowania, wnioskowania i decydowania przy niepewnej i niepełnej wiedzy, wnioskowania i decydowania w procesach Markowa, sieciach Bayesa i dynamicznych sieciach Bayesa oraz posiadających zdolność uczenia się.

**Treści kształcenia:**

Wykład.

Część I. Logika i wnioskowanie.

W1. Wprowadzenie - system agentowy.
Pojęcie „sztucznej inteligencji”. System z bazą wiedzy. System agentowy: agent, środowisko agenta. Rodzaje agentów. System agentowy: reprezentacja wiedzy, wnioskowanie, przeszukiwanie, planowanie, racjonalne decyzje, uczenie.

W2. Logika klasyczna i nieklasyczna
Rachunek zdań. Logika predykatów i rachunek sytuacyjny. Reguły wnioskowania. Postaci normalne formuł. Wnioskowanie wprost i przez zaprzeczenie.
Logika modalna. Logika niemonotoniczna. Logika deskrypcyjna.

Część II. Przeszukiwanie i planowanie.

W3. Zaawansowane przeszukiwanie poinformowane.
Przeszukiwanie z heurystyką. Strategia A\*. Rodzaje heurystyk. Strategie: IDA\*, SMA\*, RTA\*. Przeszukiwanie "w dowolnym czasie"

W4. Dyskretne problemy z ograniczeniami.
Graf ograniczeń dla problemu. Węzły decyzyjne ze stanem przyrostowym lub zupełnym. Algorytm przeszukiwania z nawrotami. Ulepszenia algorytmu przeszukiwania.

W5. Klasyczne planowanie działań.
Planowanie klasyczne w STRIPS. Przestrzeń planów. Plan częściowo uporządkowany (PCzU). Algorytm tworzenia planu PCzU.

W6. Zaawansowane techniki planowania.
Graf planujący. Algorytm „Graphplan”. Planowanie hierarchiczne. Plany warunkowe. Planowanie a działanie.

Część III. Wiedza niepewna.

W7. Wiedza niepewna i niedokładna.
Sposoby reprezentacji wiedzy niedoskonałej. Wnioskowanie bayesowskie - niezależność warunkowa zmiennych losowych, reguła Bayesa. Wiedza niedokładna – zbiory rozmyte, logika rozmyta, wnioskowanie rozmyte. Sieć Bayesa - koc Markowa, konstruowanie sieci Bayesa.

W8. Wnioskowanie w sieci Bayesa.
Dokładne wnioskowania: przez przeliczanie i z eliminacją zmiennych. Przybliżone wnioskowania: metoda symulacji stochastycznej i MCMC.

W9. Dynamiczna sieć Bayesa i jej wnioskowanie.
Modele Markowa. Zadania wnioskowania: filtracja, predykcja, wygładzanie, detekcja trajektorii. Ukryte Modele Markowa HMM. Filtr Kalmana. Dynamiczna sieć Bayesa DBN. Wnioskowanie w DBN. Filtr cząstek.

Część IV. Decyzje i uczenie.

W10. Racjonalne decyzje.
Pojedyncze decyzje. Spodziewana użyteczność. Funkcje decyzyjne - klasyfikacja. Sekwencja decyzji. Programowanie dynamiczne.

W11. Uczenie ze wzmocnieniem.
Zadania uczenia ze wzmocnieniem. Procesy decyzyjne Markowa. Algorytm TD dla uczenia funkcji użyteczności. Uczenie się strategii – algorytm „Q-learning”.

W12. Uczenie statystyczne.
Klasyfikator Bayesa. Uczenie parametryczne - ML, algorytm EM. Uczenie nieparametryczne, estymacja k-NN. Uczenie w HMM - trening Bauma-Welcha.

Ćwiczenia.

C1. Systemy agentowe i wnioskowanie w logice.
C2. Przeszukiwanie poinformowane i w warunkach ograniczeń.
C3. Planowanie działań.
C4. Wnioskowanie rozmyte i w sieci Bayesa.
C5. Wnioskowanie dynamiczne i racjonalne decyzje.
C6. Uczenie ze wzmocnieniem i statystyczne.

Projekt.
Wykonanie projektu, programowej implementacji i testowania programu rozwiązującego wybrany problem z zakresu "Sztucznej Inteligencji" przy wykorzystaniu metod i algorytmów poznanych w ramach przedmiotu.

**Metody oceny:**

Od każdego studenta wymaga się wykonania 3 zadań w ramach ćwiczeń, ocenianych w skali 0-5 p. każde. Każdy student realizuje samodzielnie projekt, obejmujący sprawozdanie wstępne, projekt i implementację programu wraz z dokumentacją końcową (oceniane łącznie w skali 0-35 p.). Końcowy egzamin obejmuje trzy zadania i oceniany jest w skali 0-50 p. Łączna maksymalna liczba punktów wynosi 100. Ocena pozytywna przyznawana jest po uzyskaniu ponad 50 punktów.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
1. W. Kasprzak: "Inteligentne techniki obliczeniowe - studia magisterskie". Podręcznik OKNO PW, 2010, v2. 2014.

Literatura uzupełniająca:
2. S. Russell, P. Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 1995, 2002, 2010.
3. M. Flasiński: Wstęp do sztucznej inteligencji, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011 (rozdz. 2 - 7, 9 - 11, 16).
4. L. Rutkowski: Metody i techniki sztucznej inteligencji. PWN, Warszawa, 2005 (rozdz. 4, 7).

**Witryna www przedmiotu:**

https://red.okno.pw.edu.pl/witryna/home.php

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka IT\_W01:**

posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu matematyki i nowoczesnych metod sztucznej inteligencji

Weryfikacja:

ocena sprawdzianów i egzaminu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W06, K2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG, I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka IT\_U01:**

potrafi rozwiązać problem z zakresu metod sztucznej inteligencji, samodzielnie dobierając metody, posługując się właściwym doborem narzędzi i literatury

Weryfikacja:

ocena sprawdzianów i realizacji projektu, a także rozwiązań zadań na egzaminie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U03, K2\_U01, K2\_U04, K2\_U06, K2\_U09, K2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK, P7U\_U, I.P7S\_UU, I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.3.o, III.P7S\_UW.4.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka IT\_K1:**

potrafi myśleć i rozwiązywać problemy w sposób kreatywny

Weryfikacja:

ocena sposobów rozwiązania zadań na sprawdzianach i na egzaminie oraz oryginalności w realizacji projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO, P7U\_K

**Charakterystyka IT\_K2:**

stara się przekazać informacje i opinie dotyczące osiągnięć "Sztucznej inteligencji" w sposób powszechnie zrozumiały, z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.

Weryfikacja:

ocena czytelności i wnikliwości dokumentacji projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KR, P7U\_K