**KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS**

Nazwa przedmiotu  
Inteligentne Systemy Wspomagania Decyzji  
**Przedmiot**

Kierunek studiów  
Informatyka  
Studia w zakresie (specjalność)  
Sztuczna inteligencja  
Poziom studiów  
  
Forma studiów  
  
Rok/semestr  
1/1  
Profil studiów  
  
Język oferowanego przedmiotu  
polski  
Wymagalność

**Liczba godzin**

Wykład  
30  
Ćwiczenia  
       
Laboratoria  
30  
Projekty/seminaria  
       
Inne (np. online)  
     

**Liczba punktów ECTS**5

**Wykładowcy**

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:  
dr hab. inż. Milosz Kadziński, prof. PP

e-mail: milosz.kadzinski@cs.put.poznan.pl

tel. 61 665 3022

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

ul. Piotrowo 2, 60-965 PoznańOdpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:  
prof. dr hab. inż. Roman Słowiński

e-mail: roman.slowinski@cs.put.poznan.pl

tel. 61 665 2902

Wydział Informatyki i Telekomunikacji

ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań

**Wymagania wstępne**  
Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać wiedzę z zakresu matematyki dyskretnej, algebry liniowej, optymalizacji kombinatorycznej, badań operacyjnych i wspomagania decyzji. Powinien posiadać umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów programowania matematycznego, pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz programowania w co najmniej jednym języku. Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji w zakresie modelowania rzeczywistych problemów decyzyjnych i posługiwania się narzędziami informatycznymi do ich rozwiązywania. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.

**Cel przedmiotu**  
1. Przekazanie podstawowej wiedzy na temat inteligentnych systemow wspomagania decyzji w zakresie podstaw teoretycznych i implementacji komputerowych, a w szczególności konstruktywnego uczenia się preferencji jako podejścia charakterystycznego dla sztucznej inteligencji.

2. Nabycie wiedzy na temat wybranych metod i narzędzi szeroko rozumianej teorii decyzji wykorzystującej elementy informatyki, matematyki, sztucznej inteligencji, zarządzania i kognitywistyki.

3. Rozwijanie umiejętności analityka procesu decyzyjnego, polegających na prawidłowym doborze metody inteligentnego wspomagania decyzji do problemu decyzyjnego, zależnym od rodzaju dostępnych danych, postacji oczekiwanego rezultatu i typu zakładanego modelu preferencji.

4. Nabycie umiejętności w posługiwaniu się oprogramowaniem będącym implementacją komputerową metod inteligentnego wspomagania decyzji.

5. Rozwijanie umiejętności modelowania matematycznego procesu decyzyjnego w warunkach deterministycznych i w warunkach ryzyka i niepewności, obejmującego: definicję zbioru wariantów decyzyjnych, konstrukcję spójnej rodziny kryteriów (wymiarow) ich oceny, agregację kryteriów i konstruktywe uczenie się preferencji w trybie dialogowym.

6. Poznanie przykładowych praktycznych zastosowań metod inteligentnego wspomagania decyzji oraz metod i narzędzi szeroko rozumianej teorii decyzji.

7. Nabycie zaawansowanych umiejętności z zakresu teorii gier (ang. game theory), tj. analizy oraz identyfikacji optymalnych zachowań, np. w ramach gier strategicznych, rozległych czy zatłoczenia.

8. Nabycie umiejętności wykorzystania granicznej analizy danych (ang. data envelopment analysis) w problemach badania efektywności jednostek decyzyjnych.

9. Poznanie podstawowych metod optymalizacji wielokryteriowej opartych na programowaniu liniowym i algorytmach ewolucyjnych, a także nabycie umiejętności ich zastosowania do rozwiązywania rzeczywistych problemów optymalizacji.

10. Zrozumienie zasad działania algorytmów uczenia preferencji (ang. preference learning) oraz ich wykorzystania do uczenia z dużych zbiorów przykładowych decyzji.

11. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

**Przedmiotowe efekty uczenia się**Wiedza  
1. Ma zaawansowaną, pogłębioną wiedzę z zakresu inteligentnych systemów wspomagania decyzji w zakresie podstaw teoretycznych, implementacji komputerowej tych metod oraz narzędzi informatycznych do tworzenia nowych metod dostosowanych do specyfiki rzeczywistego problemu decyzyjnego [K2st\_W1]

2. Ma zaawansowaną wiedzę szczegółową dotyczącą pozyskiwania informacji preferencyjnych od zleceniodawcy usługi wspomagania decyzji (zwanego decydentem), matematycznego modelowania preferencji w trybie konstruktywnego uczenia się i zastosowania tego modelu przy wypracowywaniu zalecenia (wyniku) [K2st\_W3]

3. Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w informatyce, teorii decyzji i w wybranych pokrewnych dyscyplinach naukowych w zakresie inteligentnego wspomagania decyzji [K2st\_W4]

4. Ma zaawansowaną wiedzę o cyklu życia inteligentnych systemów wspomagania decyzji [K2st\_W5]

5. Zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy inteligentnym wspomaganiu decyzji - [K2st\_W6]

6. Ma szczegółową wiedzę w zakresie wybranych działów matematyki, sztucznej inteligencji, zarządzania i kognitywistyki, związanych z inteligentnym wspomaganiem decyzji oraz szeroko rozumianą teorią decyzji [-]

7. Zna przykładowe praktyczne zastosowania metod inteligentnego wspomagania decyzji [-]

Umiejętności  
1. Potrafi pozyskiwać informacje z literatury (w języku ojczystym i angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie [K2st\_U1]

2. Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i problemów inteligentnego wspomagania decyzji metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne [K2st\_U4]

3. Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich - integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki (a w razie potrzeby także matematyki, sztucznej inteligencji, zarządzania i kognitywistyki) oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne [K2st\_U5]

4. Potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (metod i narzędzi) oraz nowych produktów informatycznych w zakresie inteligentnego wspomagania decyzji [K2st\_U6]

5. Potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania informatyczne, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy [K2st\_U10]

6. Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia, w tym innych osób [K2st\_U16]

7. Potrafi formułować problemy decyzyjne, modelować preference juczestników procesu decyzyjnego oraz projektować metody analizy wielokryterialnej w warunkach deterministycznych i w warunkach ryzyka i niepewności [-]

Kompetencje społeczne  
1. Rozumie, że w informatyce, a zwłaszcza w komputerowym wspomaganiu decyzji, wiedza, technologie i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe K2st\_K1]

2. Rozumie znaczenie wykorzystywania najnowszej wiedzy z zakresu teorii decyzji oraz sztucznej inteligencji w rozwiązywaniu problemów badawczych i praktycznych [K2st\_K2]

3. Rozumie znaczenie działalności popularyzatorskiej dotyczącej najnowszych osiągnięć w zakresie inteligentnych systemów wspomagania decyzji [K2st\_K3]

4. Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role: analityka, decydenta lub projektanta systemu inteligentnego wspomagania decyzji [-]

**Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:  
Ocena formująca:

a) w zakresie wykładów:

- na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na wykładach.

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń:

- na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.

Ocena podsumowująca:

a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na egzaminie pisemnym o różnej charakterystyce problemów do rozwiązania: pytania testowe wielokrotnego wyboru, treść do uzupełnienia, proste zadania obliczeniowe lub algorytmiczne oraz zadania problemowe o większej złożoności; kolokwium jest zaliczone pod warunkiem uzyskania co najmniej połowy punktów.

- omówienie wyników egzaminu,

b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych oraz zadań programistycznych, a także realizację projektów rozwiązujących konkretne przypadki użycia (ang. case study);

- ocenę sprawozdań przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- omówienie dodatkowych aspektów zagadnienia,

- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,

- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,

- rozwój oprogramowania przydatnego w zajęciach laboratoryjnych.

Ocena z laboratorium wystawiana jest na podstawie sumarycznej liczby punktów zgodnie ze skalą: co najmniej 50% punktów - 3.0; 60% - 3.5; 70% - 4.0; 80% - 4.5; 90% - 5.0.

**Treści programowe**

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

1. Inteligentne Systemy Wspomagania Decyzji (ISWD) - definicje. Problemy decyzyjne: wybór (optymalizacja), klasyfikacja (porządkowa), ranking. Aspekt wielowymiarowości i metody rozstrzygania konfliktów między wymiarami: wielu decydentów (negocjacje i grupowe podejmowanie decyzji), wiele kryteriów (wielokryterialne wspomaganie decyzji), wiele stanów natury (podejmowanie decyzji w warunkach ryzyka i niepewności). Proces wspomagania decyzji: pozyskiwanie informacji preferencyjnych, konstrukcja modelu preferencji, wypracowanie rekomendacji. Zastosowanie paradygmatu sztucznej inteligencji do konstruktywnego uczenia się preferencji.

2. Modele preferencji dla wielowymiarowych problemów decyzyjnych: (i) funkcja użyteczności, (ii) system relacyjny, (iii) zbiór reguł decyzyjnych.

3. ISWD oparte na funkcyjnym modelu preferencji: metody odpornej regresji porządkowej, metoda hierarchicznej analizy problemu (AHP). Reprezentacja interakcji – całka Choquet. Powiązania z analizą stochastycznej akceptowalności (SMAA).

4. ISWD oparte na relacyjnym modelu preferencji: metody z relacją przewyższania (ELECTRE III/IV, PROMETHEE I/II), metody odpornej regresji porządkowej (ELECTRE^GKMS).

5. ISWD oparte na regułowym modelu preferencji: metody wykorzystujące dominacyjną teorię zbiorów przybliżonych (DRSA) dla wieloatrybutowej klasyfikacji porządkowej i rankingu.

6. ISWD dla wspomagania negocjacji i decyzji grupowych.

7. Gry strategiczne: zastosowanie teorii gier w różnych dziedzinach, pojęcia stabilności i efektywności, mechanizmy rozstrzygania gier, strategie dominujące, Pareto optymalność, czysta i mieszana równowaga Nasha, iteracyjna eliminacja strategii zdominowanych, równowaga skorelowana.

8. Gry zatłoczenia: przykłady i definicje; gry potencjalne jako narzędzie analizy gry zatłoczenia; istnieje równowagi, dynamika lepsze odpowiedzi, cena anarchii.

9. Gry rozległe (ekstensywne): reprezentacja w postaci drzewa dla gier z pełną informacją, strategie rozłożone w czasie, określenie najlepszej odpowiedzi przy wzięciu pod uwagę kolejności podejmowania akcji; perfekcja we fragmencie gry; algorytm wstecznej indukcji; słynne gry: ultimatum i stonoga.

10. Graniczna analiza danych (ang. data envelopment analysis): badanie efektywności jednostek decyzyjnych, rzeczywiste przykłady zastosowań analizy efektywności, modele CCR i BCC nastawione na zmniejszenie nakładów lub zwiększenie efektów, super-efektywność, efektywność krzyżowa, ograniczenia na wagi, analiza odporności, wykorzystanie symulacji Monte Carlo.

11. Metody optymalizacji wielokryterialnej: przykłady rzeczywistych problemów, podejścia klasyczne oparte na sumie ważonej, ograniczeniach z wykorzystaniem "epsilona" oraz funkcji skalaryzującej osiągu, algorytmy ewolucyjne bazujące na frontach (NSGA-II i SPEA2), wskaźnikach (SMS EMOA) oraz mechanizmie dekompozycji (MOEA/D).

12. Uczenie preferencji: przykłady zastosowań uczenia preferencji, miary oceny działania metod, podstawowe techniki uczenia preferencji.

Zajęcia laboratoryjne prowadzone są w formie piętnastu 2-godzinnych ćwiczeń, odbywających się w laboratorium. Poszczególne zagadnienia omawiane w ramach wykładu są ilustrowane zadaniami podczas zajęć laboratoryjnych. Ponadto studenci analizują rzeczywiste problemy decyzyjne (ang. case study), które pozwalają na zastosowania wiedzy nt. poznanych metodologii w praktyce.

**Metody dydaktyczne**

Wykład: prezentacja multimedialna uzupełniona przykładami ilustracyjnymi. Demonstracja wybranych systemów z dziedziny algorytmicznej teorii decyzji.

Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne i programistyczne, dyskusja, praca w zespole, studium przypadków, demonstracja wybranych systemów, generowanie realnych problemów decyzyjnych i rozwiązywanie ich metodami dostępnymi w laboratorium, pokaz multimedialny.

**Literatura**

Podstawowa  
S.Greco, M.Ehrgott, J.R. Figueira (eds.), Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, Springer, 2016; https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4

S.Corrente, S.Greco, M.Kadziński, R.Słowiński, Robust Ordinal Regression in Preference Learning and Ranking, Machine Learning, 93 (2013) 381-422; https://doi.org/10.1007/s10994-013-5365-4

R. Słowiński, Y. Yao (eds.), Rough Sets, Part C of the Handbook of Computational Intelligence, Springer, 2015, pp. 329-451; http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-43505-2

M. Cinelli, M. Kadziński, M. Gonzalez, R. Słowiński, How to Support the Application of Multiple Criteria Decision Analysis? Let Us Start with a Comprehensive Taxonomy, Omega, 96 (2020) 102261; https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102261

P. Straffin, Teoria gier. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa, 2001.

J. Branke, K. Deb, K. Miettinen, R. Słowiński, Multiobjective Optimization: Interactive and Evolutionary Approaches. Springer, Berlin, 2008.

W.W. Cooper, L.M. Seiford, M. Lawrence, K. Tone, Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Springer, US, 2007.

J. Fürnkranz, E. Hüllermeier, Preference Learning. Springer, Berlin, 2010.

Uzupełniająca  
S. Greco, M. Kadziński, V. Mousseau, R. Słowiński, ELECTRE^GKMS: Robust Ordinal Regression for Outranking Methods, European Journal of Operational Research, 214 (2011) 118-135; http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.03.045

S. Greco, M. Kadziński, V. Mousseau, R. Słowiński, Robust Ordinal Regression for Multiple Criteria Group Decision: UTA^GMS-GROUP and UTADIS^GMS-GROUP; Decision Support Systems, 52 (2012), 549–561; https://doi.org/10.1016/j.dss.2011.10.005

M.J. Osborne, An Introduction to Game Theory. Oxford University Press, 2004.

A. Charnes, W.W. Cooper, A.Y. Lewin, L.M. Seiford, Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications, Springer, Netherlands, 1994.

M. Kadziński, A. Labijak, M. Napieraj, Integrated framework for robustness analysis using ratio-based efficiency model with application to evaluation of Polish airports, Omega 67, 1-18, 2017.

M. Tomczyk, M. Kadziński, Decomposition-based interactive evolutionary algorithm for multiple objective optimization, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 24(2), 320-334, 2020.

J. Liu, M. Kadziński, X. Liao, X. Mao, Data-driven preference learning methods for value-driven multiple criteria sorting with interacting criteria, INFORMS Journal on Computing, 2021.

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

|  | Godzin | ECTS |
| --- | --- | --- |
| Łączny nakład pracy | 125 | 5,0 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem | 60 | 3,0 |
| Praca własna studenta (przygotowanie do laboratoriów, przygotowanie do zaliczeń i egzaminu, przygotowanie sprawozdań) [[1]](#footnote-1) | 65 | 2,0 |

1. niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności [↑](#footnote-ref-1)