

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Algorytmiczna teoria decyzji		Kod 1010511371010510099
Kierunek studiów Informatyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 4 / 7
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obieralny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 30 Ćwiczenia: - Laboratoria: 30 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 4
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) kierunkowy		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) z danego kierunku
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 4 100% 4 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: dr hab. inż. Miłosz Kadziński email: milosz.kadzinski@cs.put.poznan.pl tel. +48 61 6653022 Instytut Informatyki ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać wiedzę z zakresu matematyki dyskretnej, algebry liniowej, optymalizacji kombinatorycznej, badań operacyjnych i wspomaganie decyzji. Powinien posiadać umiejętności rozwiązywania podstawowych problemów programowania matematycznego, pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł oraz programowania w co najmniej jednym języku obiektowym.
2	Umiejętności:	Powinien rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji w zakresie modelowania rzeczywistych problemów decyzyjnych i posługiwania się narzędziami informatycznymi do ich rozwiązywania.
3	Kompetencje społeczne	W zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
Cel przedmiotu:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nabycie zaawansowanych umiejętności z zakresu teorii gier, tj. analizy oraz identyfikacji optymalnych zachowań w ramach gier strategicznych, ekstensywnych oraz kooperacyjnych. 2. Poznanie praktycznych zastosowań teorii społecznego wyboru, w tym m.in. różnorodnych reguł głosowania (także w dziedzinach kombinatorycznych), agregacji opinii oraz możliwości manipulacji strategicznej. 3. Nabycie umiejętności rozwiązywania złożonych problemów z wykorzystaniem programowania z ograniczeniami. 4. Zrozumienie mechanizmów funkcjonowania oraz algorytmów rozstrzygania aukcji o charakterze prostym i kombinatorycznym. 5. Poznanie podstawowych algorytmów rozdziału zasobów podzielnych i niepodzielnych (ang. multi-agent resource allocation). 6. Nabycie umiejętności wykorzystania granicznej analizy danych w problemach badania efektywności jednostek decyzyjnych. 7. Poznanie podstawowych metod optymalizacji wielokryterialnej opartych na programowaniu liniowym i algorytmach genetycznych, a także nabycie umiejętności ich zastosowania do rozwiązywania rzeczywistych problemów optymalizacji. 8. Zrozumienie behawioralnych aspektów podejmowania decyzji. 9. Nabycie umiejętności pisania programów z ograniczeniami w środowisku ECLiPSe. 10. Nabycie umiejętności pisania programów w języku R. 		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		

<p>1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań informatycznych z zakresu teorii gier, teorii społecznego wyboru, optymalizacji wielokryteriovej czy programowania z ograniczeniami - [K1st_W1]</p> <p>2. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie algorytmów i złożoności, języków i paradygmatów programowania, sztucznej inteligencji oraz wspomagania i teorii decyzji, oraz szczegółową wiedzę w zakresie algorytmiki - [K1st_W4]</p> <p>3. ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w informatyce, w szczególności w zakresie algorytmicznej teorii decyzji - [K1st_W5]</p> <p>4. zna podstawowe metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu prostych zadań informatycznych z zakresu analizy złożoności obliczeniowej, algorytmów i problemów, sztucznej inteligencji oraz wspomagania decyzji - [K1st_W7]</p>
<p>Umiejętności:</p> <p>1. potrafi pozyskiwać informacje z literatury oraz innych źródeł (w języku ojczystym i angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie - [K1st_U1]</p> <p>2. potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi wykorzystywanymi przy realizacji przedsięwzięć informatycznych - [K1st_U2]</p> <p>3. potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski z rozwiązania problemów typowych dla algorytmicznej teorii decyzji - [K1st_U3]</p> <p>4. potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań informatycznych metody analityczne, logiczne i eksperymentalne - [K1st_U4]</p> <p>5. potrafi zaprojektować ? zgodnie z zadaną specyfikacją ? oraz zrealizować prosty system informatyczny, używając właściwych metod, technik i narzędzi - [K1st_U10]</p> <p>6. potrafi sformułować i zaimplementować algorytm z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi (środowisko ECLiPSe, język R) - [K1st_U11]</p> <p>7. potrafi planować i realizować proces własnego permanentnego uczenia się oraz zna możliwości dalszego dokształcania się (studia II i III stopnia) - [K1st_U19]</p> <p>8. potrafi przygotować, w języku ojczystym i angielskim, dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu informatyki - [K1st_U15]</p>
<p>Kompetencje społeczne:</p> <p>1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe - [K1st_K1]</p> <p>2. zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających systemów informatycznych, które doprowadziły do poważnych strat finansowych i społecznych - [K1st_K2]</p> <p>3. potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy, m.in. znajdując komercyjne zastosowania dla tworzonego oprogramowania, mając na uwadze nie tylko korzyści biznesowe, ale również społeczne prowadzonej działalności, w szczególności z wykorzystaniem algorytmów optymalizacji, programowania z ograniczeniami czy granicznej analizy danych - [K1st_K3]</p>

<p>Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia</p>
<p>Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:</p> <p>Ocena formująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów: ? na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na wykładach.</p> <p>b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń: ? na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań.</p> <p>Ocena podsumowująca:</p> <p>a) w zakresie wykładów weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ? ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na zaliczeniu 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 egzamin jest zaliczony pod warunkiem uzyskania ponad połowy punktów. ? omówienie wyników zaliczenia,</p> <p>b) w zakresie laboratoriów / ćwiczeń weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez: ? ocenę wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadań laboratoryjnych poprzez kolokwium, ? ocenę sprawozdań przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocena ta obejmuje także umiejętność pracy w zespole, ? ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych oraz zadań programistycznych.</p> <p>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.</p>
<p>Treści programowe</p>

W ramach wykładu przedstawiane są następujące zagadnienia z zakresu teorii gier, obliczeniowej teorii społecznego wyboru, granicznej analizy danych, optymalizacji wielokryterialnej, behawioralnych aspektów podejmowania decyzji oraz programowania z ograniczeniami:

? Pojęcia gry, gracza (agenta), strategii, macierzy wypłat oraz funkcji użyteczności. Przykłady prostych gier (dylemat więźnia, bitwa płci, gra w cykora). Zastosowania teorii gier w informatyce, ekonomii, socjologii i biologii.

? Gry strategiczne: rozumowanie strategiczne dla gier bez współpracy i z pełną informacją. Identyfikacja strategii dominujących (ang. dominant strategies) oraz strategii równowagi (ang. equilibrium strategies). Czysta równowaga Nasha (ang. pure Nash equilibrium) oraz Pareto optymalność.

? Strategie mieszane. Rozróżnienie czystej i mieszanej równowagi Nasha (ang. mixed Nash equilibrium). Istnienie oraz identyfikacja mieszanych równowag Nasha. Złożoność obliczeniowa dla gier o większych wymiarach. Praktyczne wykorzystanie równowagi Nasha. Strategie ściśle dominujące oraz iteracyjna eliminacja strategii. Strategie minimax i twierdzenie minimax dla gier o sumie zerowej. Równowaga skorelowana (ang. correlated equilibrium).

? 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. Wprowadzenie do gier z niepełną informacją. Strategie mieszane i zachowawcze.

? Gry iterowane: iterowany dylemat więźnia, skończona i nieskończona powtarzalność, gry stochastyczne. Aspekty uczenia w grach iterowanych. Równowaga i racjonalność w grach nieskończenie powtarzalnych.

? Gry koalicyjne (kooperacyjne) ze współpracą, wartość Shapley'a, rdzeń w procesie formowania koalicji.

? Gry Bayesowskie i ich analiza.

? Wybrane reguły głosowania w ramach teorii społecznego wyboru (w tym reguły etapowe, punktowe, eksploatujące grafy preferencji), agregacja opinii, manipulacja strategiczna, głosowanie w dziedzinach kombinatorycznych.

? Indeksy mocy Shapley'a-Shubika i Banzhafa.

? Algorytmy podziału zasobów: kryteria sprawiedliwego podziału (proporcjonalność, brak zazdrości), algorytmy cięcia ciasta (ang. cake cutting), rozdział zasobów niepodzielnych, ocena podziału z punktu widzenia grupy agentów; algorytmy w podejściu scentralizowanym i rozproszonym.

? Aukcje: aukcje proste z jednym przedmiotem, różne typy aukcji: angielska, holenderska, first-price sealed-bid oraz Vickrey'a; aukcja o dolara; aukcje złożone (kombinatoryczne) z wieloma przedmiotami, języki ofert, algorytmy znajdowania zwycięzcy o charakterze dokładnym oraz heurystycznym.

? Projektowanie efektywnych mechanizmów (ang. mechanism design) wyborczych/aukcyjnych, podejście Vickrey-Clarke-Groves'a.

? Behawioralne aspekty podejmowania decyzji: teorie normatywne i behawioralne, ograniczona racjonalność, strategie decyzyjne, decyzje uwarunkowane, rozumowanie na temat prawdopodobieństw.

? Wybrane metody optymalizacji wielokryterialnej oparte na sumie ważonej oraz epsilon-constraint method oraz podstawowych algorytmach ewolucyjnych: NSGA-II i SPEA2.

? Graniczna analiza danych (ang. data envelopment analysis): badanie efektywności jednostek decyzyjnych, modele CCR i BCC nastawione na zmniejszenie nakładów lub zwiększenie efektów; super-efektywność, efektywność krzyżowa.

? Podstawowe techniki programowania z ograniczeniami (ang. constraint programming): zmienne, ograniczenia, przeszukiwanie. Skończone dziedziny zmiennych, rozwiązywanie przez narzucenie ograniczeń, podstawowe metody wizualizacji. Ograniczenia globalne na przykładzie rozwiązywanie puzzli sudoku. Strategie przeszukiwania na przykładzie problemu N królowych.

Poszczególne zagadnienia omawiane w ramach wykładu są ilustrowane zadaniami podczas ćwiczeń laboratoryjnych. Ponadto studenci zapoznają się z podstawami języka R, platformy ECLIPSe przeznaczonej do programowania z ograniczeniami oraz analizują rzeczywiste problemy decyzyjne (ang. case study), które pozwalają na zastosowania wiedzy nt. poznanych metodologii w praktyce.

Metody dydaktyczne:

1. Wykład: prezentacja multimedialna uzupełniona przykładami podawanymi na tablicy, demonstracja wybranych systemów z dziedziny algorytmicznej teorii decyzji.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne i programistyczne, wykonywanie eksperymentów, dyskusja, praca w zespole, studium przypadków, demonstracja wybranych systemów, generowanie realnych problemów decyzyjnych i rozwiązywanie ich metodami dostępnymi w laboratorium, pokaz multimedialny.

Literatura podstawowa:

1. P. Straffin. Teoria gier, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa, 2001 (dostępna bezpłatnie online)
2. F. Brandt, V. Conitzer, U. Endriss, J. Lang, A. Procaccia. Handbook of Computational Social Choice. Cambridge University Press, 2016 (dostępna bezpłatnie online)
3. J. Branke, K. Deb, K. Miettinen, R. Słowiński. Multiobjective Optimization: Interactive and Evolutionary Approaches, Springer, Berlin, 2008 (dostępna bezpłatnie online)
4. F. Rossi, P. van Beek, T. Walsh. Handbook of Constraint Programming, Elsevier, Amsterdam, 2006 (dostępna bezpłatnie online)

Literatura uzupełniająca:		
1. D. Kahneman. Pułapki myślenia. O myśleniu szybkim i wolnym, Media Rodzina, Warszawa, 2012.		
2. M.J. Osborne. An Introduction to Game Theory. Oxford University Press, 2004.		
3. U. Endriss. Logic and Social Choice Theory. In A. Gupta and J. van Benthem (eds.), Logic and Philosophy Today, College Publications, 2011.		
4. P. Cramton, Y. Shoham, R. Steinberg, Combinatorial Auctions, MIT Press, Boston, 2006.		
5. K. Apt, M. Wallace, Constraint Logic Programming using ECLiPSe, 2006.		
6. 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		
7. M. Kadziński, T. Tervonen, M. Tomczyk, R. Dekker, Evaluation of multi-objective optimization approaches for solving green supply chain design problems, Omega 68, 168-184, 2017		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
1. Udział w zajęciach laboratoryjnych	30	
2. Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	5	
3. Dokończenie (w ramach pracy własnej) sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	6	
4. Udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych / projektu	2	
	12	
5. Napisanie programu / programów, uruchomienie i weryfikacja (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	30	
6. Udział w wykładach	5	
7. Zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron = 1h), 50 stron	10	
8. Przygotowanie do zaliczenia i obecność na zaliczeniu: 8 godz.+ 2 godz.		
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	64	2
Zajęcia o charakterze praktycznym	55	2