



KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Metaheurystyki i obliczenia inspirowane biologicznie

Przedmiot

Kierunek studiów

Informatyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne systemy wspomaganie decyzji

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

30

Inne (np. online)

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

Liczba punktów ECTS

5

Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Maciej Komosiński

email: maciej.komosinski@put.poznan.pl

tel: 61 6652931

wydział: Instytut Informatyki

adres: ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

mgr inż. Konrad Miazga

email: konrad.miazga@put.poznan.pl

tel: 61 6653058

wydział: Instytut Informatyki

adres: ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań



Wymagania wstępne

Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę na temat złożoności obliczeniowej, algorytmów uczenia maszynowego i sztucznych sieci neuronowych.

Powinien posiadać umiejętność modelowania i rozwiązywania prostych problemów optymalizacyjnych, umiejętności programistyczne oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł.

Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, oraz szacunek dla innych ludzi.

Cel przedmiotu

1. Przekazanie studentom wiedzy na temat zaawansowanych algorytmów optymalizacji, w tym algorytmów inspirowanych biologicznie takich jak algorytmy ewolucyjne, mrówkowe, roju cząstek
2. Przekazanie wiedzy o wspólnych cechach i o jednorodnym ujęciu wszystkich algorytmów optymalizacji
3. Przekazanie wiedzy na temat teorii gier ze szczególnym uwzględnieniem modelowania populacji graczy
4. Przekazanie wiedzy z zakresu sztucznego życia oraz symulacji modeli biologicznych
5. Rozwinięcie u studentów umiejętności wydajnej implementacji oraz oceny efektywności algorytmów optymalizacji – zarówno czasowej, jak i jakościowej
6. Kształtowanie u studentów umiejętności wyciągania wniosków z samodzielnie prowadzonych badań i tworzenia raportów z eksperymentów obliczeniowych oraz właściwej wizualizacji rezultatów

Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Umiejętności

potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł (w języku ojczystym i angielskim), integrować je, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie (K2st_U1)

potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami badawczymi z zakresu metaheurystyk i obliczeń inspirowanych biologicznie (K2st_U3)

potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania problemów badawczych z zakresu metaheurystyk i obliczeń inspirowanych biologicznie metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne (K2st_U4)

potrafi integrować wiedzę z różnych obszarów informatyki oraz zastosować podejście systemowe, uwzględniające także aspekty pozatechniczne (K2st_U5)

potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (metod i narzędzi) oraz istniejących produktów informatycznych (K2st_U6)

potrafi zaproponować ulepszenia podstawowych algorytmów optymalizacyjnych (K2st_U8)

potrafi - stosując m.in. koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania informatyczne z



zakresu metaheurystyk i obliczeń inspirowanych biologicznie, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy (K2st_U10)

Kompetencje społeczne

rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu metaheurystyk i obliczeń inspirowanych biologicznie szybko stają się przestarzałe (K2st_K1)

rozumie znaczenie wykorzystywania najnowszej wiedzy podczas modelowania i optymalizacji systemów informatycznych (K2st_K2)

ma świadomość potrzeby rozwijania swojego dorobku oraz przestrzegania zasad etyki w pracy (K2st_K4)

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 poprzednich wykładach,

b) w zakresie laboratoriów i 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 składającym się z kilkunastu pytań o charakterze testu lub krótkich zadań. Przekroczenie 50% punktów pozwala uzyskać ocenę dostateczną.

- omówienie wyników egzaminu,

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

- ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,

- ocenianie ciągłe, na każdych zajęciach (odpowiedzi ustne) - premiowanie przyrostu umiejętności posługiwania się poznanymi zasadami i metodami,

- ocenę sprawozdań przygotowywanych częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu, z możliwością wykorzystania platformy Moodle,

- dokonanie prezentacji wybranego środowiska symulacyjnego lub modelu biologicznego oraz wyników własnych eksperymentów.

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

- przeprowadzenie rozszerzonych, nieobowiązkowych eksperymentów w ramach zadań laboratoryjnych oraz ich opisanie w sprawozdaniu,

- uwagi pozwalające udoskonalić materiały dydaktyczne.

Treści programowe

Program wykładu obejmuje następujące zagadnienia:

Odmiany i udoskonalenia algorytmów lokalnej optymalizacji. Algorytm Symulowanego Wyżarzania i jego parametryzacja. Sposoby ustalania temperatury początkowej oraz schematu chłodzenia i ich wpływ na



działanie algorytmu. Algorytm przeszukiwania Tabu oraz techniki zwiększające jego efektywność. Typowe problemy występujące podczas optymalizacji metodami metaheurystycznymi. Podział algorytmów ewolucyjnych. Prosty algorytm genetyczny i jego elementy składowe. Ocena działania algorytmu ewolucyjnego. Techniki selekcji, krzyżowania, mutacji, skalowania ocen rozwiązań. Twierdzenie o schematach i epistaza. Problemy zawodne i twierdzenie „No Free Lunch”. Nieporządnym algorytm genetyczny. Hierarchiczny algorytm genetyczny. Empiryczna i teoretyczna ocena algorytmów genetycznych. Mechanizmy inspirowane naturą. Strategie ewolucyjne. Ewolucja różnicowa. Programowanie ewolucyjne: reprezentacja zmiennoprzecinkowa, embriogeneza, krzyżowanie a globalna wypukłość. Programowanie genetyczne i regresja symboliczna. Systemy klasyfikatorowe: wejście i wyjście, cykl działania, uczenie, ocena klasyfikatorów, algorytm Bucket Brigade, odkrywanie reguł. Rozwiązywanie problemów wielokryterialnych za pomocą algorytmów ewolucyjnych. Wzbogacanie wiedzą oraz sposoby uwzględniania ograniczeń. Równoległe algorytmy ewolucyjne. Architektury koewolucyjne – kooperatywne i konkurencyjne. Problemy i patologie w koewolucji oraz sposoby ich minimalizowania. Omówienie innych technik optymalizacji: algorytmów mrówkowych i stygmergii (AA/ACO), algorytmów roju cząstek (PSO), sztucznych systemów odpornościowych (AIS), algorytmów pszczelich (ABC), algorytmów grawitacyjnych (GSA) i elektrostatycznych (CSS) oraz pozostałych algorytmów inspirowanych biologicznie. Odmienne środowiska i paradygmaty obliczeniowe (molekularne, kwantowe, membranowe) i ich zastosowanie w optymalizacji. Sztuczne życie; definicje życia i obszary zainteresowań badaczy. Teorie ewolucyjne. Emergencja. Ewolucja spontaniczna i ukierunkowana. Ewolucja ograniczona i otwarta. Automaty komórkowe. L systemy. Przykłady klasycznych eksperymentów sztucznego życia. Projektowanie ewolucyjne i robotyka ewolucyjna; mapowanie genotyp-fenotyp, morfogeneza i modularność. Symulacja fizyki. Agent a środowisko; złożone systemy adaptacyjne (CAS) i systemy wieloagentowe (MAS). Poziomy autonomii agentów. Formalny opis systemu ewoluującego. Elementy teorii gier i gry ewolucyjne. Zachowania i dylematy społeczne. Przykłady modeli życia biologicznego i wnioski płynące z ich symulacji.

Zajęcia laboratoryjne obejmują piętnaście 2-godzinnych zajęć odbywających się w laboratorium, poświęconych następującym zagadnieniom:

Problemy optymalizacji: QAP, STSP, ATSP, GPP (przestrzeń rozwiązań, reprezentacja rozwiązania, definicja funkcji celu, własności). Dane opisujące instancje tych problemów i występujące formaty plików. Różne metody generowania permutacji losowej – ich własności i porównanie. Propozycje algorytmów heurystycznych rozwiązujących rozpatrywane problemy optymalizacji. Algorytm losowy i jego skuteczność. Sposoby dokładnego pomiaru czasu działania algorytmu niezależne od stopnia precyzji dostępnego zegara. Implementacje algorytmów przeszukiwania lokalnego. Sąsiedztwa, ich realizacje, rozmiary i specyfika. Metody wyznaczania odległości od rozwiązania optymalnego. Stabilność uzyskiwanych wyników eksperymentów. Miary efektywności algorytmów. Średnia liczba kroków algorytmu oraz liczba ocenionych rozwiązań dla algorytmów optymalizacji lokalnej. Jakość rozwiązania początkowego a jakość rozwiązania końcowego. Liczba uruchomień algorytmu i jej wpływ na najlepsze znalezione rozwiązanie. Sposoby obiektywnej oceny podobieństwa znajdowanych przez algorytmy rozwiązań optymalnych lokalnie. Wykres jakość-podobieństwo a „globalna wypukłość”. Sposoby porównywania algorytmów optymalizacji lokalnej oraz metaheurystyk (przeszukiwania Tabu oraz Symulowanego Wyżarzania). Projektowanie ewolucyjne i robotyka ewolucyjna w porównaniu do



klasycznych problemów optymalizacji kombinatorycznej. Praktyczne eksperymenty w środowisku Framsticks. Rola reprezentacji genetycznej w optymalizacji ewolucyjnej. Skuteczność optymalizacji w projektowaniu ewolucyjnym.

Ćwiczenia poświęcone są prezentacji istniejących środowisk symulacyjnych, przedstawieniu obszaru ich zastosowania i dyskusji ich ograniczeń. Lista dostępnych środowisk obejmuje mcell, golly, dlab, starlogo, netlogo, repast, ecj. Ćwiczenia poświęcone są również modelowaniu praktycznych problemów i demonstracji przykładowych implementacji z wykorzystaniem istniejących środowisk symulacyjnych. Prezentacje obejmują także wybrane tematy z zakresu sztucznego życia, takie jak inteligencja grupowa, L-systemy, robotyka inspirowana biologicznie, impulsowe sieci neuronowe, modele matematyczne w biologii, oraz komputerowe symulacje fizyki.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, pokaz multimedialny, demonstracja, dyskusja
2. laboratoria: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, demonstracja działania programu, dyskusja, ćwiczenia praktyczne, wykonywanie eksperymentów
3. ćwiczenia: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, demonstracja działania programu, dyskusja, ćwiczenia praktyczne, studium przypadków

Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna, ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy.

Ćwiczenia laboratoryjne: prezentacja multimedialna prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz wykonanie zadań podanych przez prowadzącego - ćwiczenia praktyczne.

Literatura

Podstawowa

1. D.E. Goldberg, Algorytmy genetyczne i ich zastosowania, WNT, Warszawa, 2003.
2. Z. Michalewicz, Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, WNT, Warszawa, 2003.
3. M. Komosinski, A. Adamatzky, Artificial Life Models in Software. Springer, wydanie drugie, 2009.
4. A. Adamatzky, M. Komosinski, Artificial Life Models in Hardware. Springer, 2009.

Uzupełniająca

1. R. Dawkins, Ślepy zegarmistrz / Wspinaczka na szczyt nieprawdopodobieństwa / Samolubny gen.
2. George B. Dyson, Darwin wśród maszyn: rzecz o ewolucji inteligencji. Prószyński i S-ka, 2005.
3. Bernd-Olaf Küppers, Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia, PWN 1991.
4. C. G. Langton, Artificial Life: An Overview. MIT Press, 1995.



Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	137	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	77	3.0
Praca własna studenta (studia literaturowe, wykonanie projektu i jego dokumentacji, przygotowanie się do zajęć, przygotowanie do kolokwium lub prezentacji) ¹	60	2,0

¹ niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności