



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Sztuczne życie

### Przedmiot

Kierunek studiów

Informatyka

Studia w zakresie (specjalność)

Inteligentne technologie informatyczne

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

1/2

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Maciej Komosiński

email: [maciej.komosinski@put.poznan.pl](mailto: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](mailto: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 optymalizacji i 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, przede wszystkim algorytmów inspirowanych biologicznie takich jak algorytmy mrówkowe, roju cząstek, pszczele
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, w tym impulsowych sieci neuronowych
5. 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

ma pogłębioną wiedzę na temat możliwych, naturalnych inspiracji systemów informatycznych oraz symulacji procesów fizycznych i biologicznych (K2st\_W1)

ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie inspirowanych biologicznie algorytmów optymalizacji i niekonwencjonalnych środowisk obliczeniowych (K2st\_W2)

ma zaawansowaną wiedzę szczegółową związaną z algorytmami ewolucyjnymi i koewolucyjnymi, algorytmami mrówkowymi, i innymi algorytmami optymalizacyjnymi inspirowanymi biologicznie (K2st\_W3)

ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach w zakresie algorytmów optymalizacji, modeli biologicznych i alternatywnych środowisk obliczeniowych (K2st\_W4)

ma zaawansowaną, szczegółową wiedzę o cyklu życia systemów informatycznych i modeli symulacyjnych (K2st\_W5)

zna zaawansowane metody, techniki i narzędzia stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich w zakresie modelowania, symulacji i optymalizacji (K2st\_W6)

### 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 zidentyfikować wady oraz zaproponować ulepszenia modeli biologicznych i algorytmów optymalizacyjnych (K2st\_U8)

potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, polegającego na budowie modelu biologicznego lub algorytmu inspirowanego biologicznie (K2st\_U9)

potrafi zgodnie z zadaną specyfikacją, uwzględniającą aspekty pozatechniczne, zamodelować i symulować proces biologiczny lub socjologiczny używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe narzędzia (K2st\_U11)

potrafi przygotować i przedstawić opracowanie naukowe w języku polskim i angielskim, przedstawiające wyniki badań naukowych lub prezentację ustną dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu informatyki (K2st\_U13)

potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia, w tym innych osób (K2st\_U16)

#### Kompetencje społeczne

rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu metaheurystyk i obliczeń inspirowanych biologicznie stają się dosyć szybko 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:

- 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 weryfikowanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:
- ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,
  - ocenianie podczas zajęć (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,
  - wykonanie projektów implementacyjnych związanych z poruszonymi zagadnieniami,
  - dokonanie prezentacji 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:

Przypomnienie podstawowych algorytmów optymalizacji: lokalnej, Symulowanego Wyżarzania, Tabu, ewolucyjnych. Twierdzenie o schematach i epistaza. 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. 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. Odmiennie 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:

Definicje życia i dziedzina sztucznego życia; otwarte problemy. Automaty komórkowe: elementarne automaty komórkowe, mrówka Langtona, Gra w Życie Conwaya. Automaty komórkowe w sztuce.



Obsługa programów Golly i DDLab. Obsługa środowiska Repast. Systemy wieloagentowe, modelowanie, tworzenie własnego modelu wybranego zagadnienia. Inteligencja rozproszona. Algorytm mrówkowy, rój cząsteczek, sposób działania i zastosowania praktyczne. Model NK krajobrazów przystosowania. Tworzenie własnej implementacji wybranego algorytmu inteligencji rozproszonej. Projektowanie ewolucyjne i robotyka ewolucyjna w porównaniu do klasycznych problemów optymalizacji kombinatorycznej. Agent a środowisko: postrzeganie, bodźce, reprezentacja informacji, przetwarzanie informacji, sterowanie. Obsługa środowiska Framsticks, programowanie w języku Framscript. Praktyczne eksperymenty w środowisku Framsticks. Rola reprezentacji genetycznej w optymalizacji ewolucyjnej. Skuteczność optymalizacji w projektowaniu ewolucyjnym. Mapowanie genotyp-fenotyp, globalna wypukłość. Neurony impulsowe: biologiczne inspiracje, sposób działania, porównanie ze standardowymi sztucznymi neuronami. Reguła Hebb'a. Koewolucja, model Lotki-Volterra, ewolucja nieukierunkowana.

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

### 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	132	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	72	3.0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do testów, wykonanie zadań domowych i prezentacji) <sup>1</sup>	60	2,0

---

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności