

Wstęp do inteligencji oblicz. i algorytmy ewolucyjne, wykład 1

Joanna Jędrzejowicz

Instytut Informatyki

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,
- systemy rozmyte,

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,
- systemy rozmyte,
- metody zgłębiania danych

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,
- systemy rozmyte,
- metody zgłębiania danych
- ...

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,
- systemy rozmyte,
- metody zgłębiania danych
- ...

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Inteligencja obliczeniowa (CI) zajmuje się teorią i metodami rozwiązywania problemów, które nie są **efektywnie** algorytmizowalne.

Obejmuje wiele dziedzin, korzystających z inspiracji biologicznych, teorii ewolucji i genetyki, immunologii:

- sieci neuronowe,
- algorytmy genetyczne i ewolucyjne,
- algorytmy mrówkowe i rojowe,
- systemy rozmyte,
- metody zgłębiania danych
- ...

Rozwój CI jest ściśle związany ze wzrostem ilości dostępnych danych oraz mocy ich przetwarzania

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI, cd

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Systemy korzystające z CI przetwarzają i interpretują dane o różnorodnym charakterze - np. dane numeryczne, symboliczne, logiczne itd

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI, cd

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Systemy korzystające z CI przetwarzają i interpretują dane o różnorodnym charakterze - np. dane numeryczne, symboliczne, logiczne itd Zastosowania w analizie danych, prognozowaniu, rozpoznawaniu obrazów, dźwięków, systemach diagnostycznych itd

Co to jest inteligencja obliczeniowa CI, cd

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Systemy korzystające z CI przetwarzają i interpretują dane o różnorodnym charakterze - np. dane numeryczne, symboliczne, logiczne itd Zastosowania w analizie danych, prognozowaniu, rozpoznawaniu obrazów, dźwięków, systemach diagnostycznych itd Zbliżone terminy: sztuczna inteligencja AI jako część CI, soft computing

Google Car

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz



- L. Rutkowski - Metody i techniki sztucznej inteligencji. Inteligencja obliczeniowa, PWN 2005
- J. Han, M. Kamber - Data mining. Concepts and techniques, Academic Press 2001
- T. Morzy - Eksploracja danych. Metody i algorytmy, PWN 2013
- A. P. Engelbrecht - Computational intelligence. An introduction, J. Wiley & Sons, 2007
- pakiet R, biblioteki dla sieci neuronowych
- zbiory danych, np UCI Repository

Algorytmy genetyczne

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

oparte na mechanizmach doboru naturalnego i dziedziczenia

- nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, tylko ich zakodowaną postać,

Algorytmy genetyczne

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

oparte na mechanizmach doboru naturalnego i dziedziczenia

- nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, tylko ich zakodowaną postać,
- prowadzą poszukiwania wychodząc z pewnej populacji, nie z pojedynczego punktu,

Algorytmy genetyczne

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

oparte na mechanizmach doboru naturalnego i dziedziczenia

- nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, tylko ich zakodowaną postać,
- prowadzą poszukiwania wychodząc z pewnej populacji, nie z pojedynczego punktu,
- korzystają z funkcji przystosowania (celu), nie z pochodnych lub innych funkcji

Algorytmy genetyczne

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

oparte na mechanizmach doboru naturalnego i dziedziczenia

- nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania, tylko ich zakodowaną postać,
- prowadzą poszukiwania wychodząc z pewnej populacji, nie z pojedynczego punktu,
- korzystają z funkcji przystosowania (celu), nie z pochodnych lub innych funkcji
- stosują probabilistyczne, nie deterministyczne reguły wyboru.

Algorytmy genetyczne - terminy

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- populacja - zbiór osobników (zwykle rozwiązań problemu, niekoniecznie najlepszych!)
- osobnik - zawiera rozwiązanie,
- funkcja przystosowania (fitness function) - inaczej: funkcja dopasowania lub oceny, określa miarę dopasowania osobnika w populacji

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

❶ inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,
- 5 zastosowanie operatorów genetycznych,

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,
- 5 zastosowanie operatorów genetycznych,
- 6 utworzenie nowej populacji

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,
- 5 zastosowanie operatorów genetycznych,
- 6 utworzenie nowej populacji
- 7 wyprowadzenie najlepszego osobnika

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,
- 5 zastosowanie operatorów genetycznych,
- 6 utworzenie nowej populacji
- 7 wyprowadzenie najlepszego osobnika

Klasyczny algorytm genetyczny

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- 1 inicjacja - czyli wybór początkowej populacji,
- 2 ocena przystosowania osobników w populacji,
- 3 sprawdzenie warunku zatrzymania,
- 4 selekcja osobników,
- 5 zastosowanie operatorów genetycznych,
- 6 utworzenie nowej populacji
- 7 wyprowadzenie najlepszego osobnika

przeanalizować przykład1

Selekcja osobników

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

korzysta się z wartości funkcji przystosowania oraz metody
ruletki aby utworzyć pulę rodzicielską

Zastosowanie operatorów genetycznych

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- **krzyżowanie** wykonuje się w dwóch etapach
 - 1 losowo kojarzy się osobniki w populacji,
 - 2 dla każdej pary losuje się punkt krzyżowania
- **mutacja** zmiana wartości jednego bitu (flip)

Operator mutacji odgrywa drugoplanową rolę w stosunku do krzyżowania - krzyżowanie występuje prawie zawsze, a mutacja - rzadko (z małym prawdopodobieństwem).

Zastosowanie operatorów genetycznych

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- **krzyżowanie** wykonuje się w dwóch etapach
 - 1 losowo kojarzy się osobniki w populacji,
 - 2 dla każdej pary losuje się punkt krzyżowania
- **mutacja** zmiana wartości jednego bitu (flip)

Operator mutacji odgrywa drugoplanową rolę w stosunku do krzyżowania - krzyżowanie występuje prawie zawsze, a mutacja - rzadko (z małym prawdopodobieństwem).

Algorytm ewolucyjny jest pewnym uogólnieniem genetycznego - nie musi być reprezentacja binarna (mogą być drzewa, tablice itd), operatory nie tylko genetyczne, ale dobrane do zadania i struktury danych.

Jakie elementy określają algorytm genetyczny (ewolucyjny)

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- sposób reprezentacji osobników,

Jakie elementy określają algorytm genetyczny (ewolucyjny)

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- sposób reprezentacji osobników,
- metoda zdefiniowania populacji początkowej,

Jakie elementy określają algorytm genetyczny (ewolucyjny)

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- sposób reprezentacji osobników,
- metoda zdefiniowania populacji początkowej,
- określenie funkcji przystosowania,

Jakie elementy określają algorytm genetyczny (ewolucyjny)

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- sposób reprezentacji osobników,
- metoda zdefiniowania populacji początkowej,
- określenie funkcji przystosowania,
- wybór operatorów,

Jakie elementy określają algorytm genetyczny (ewolucyjny)

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

- sposób reprezentacji osobników,
- metoda zdefiniowania populacji początkowej,
- określenie funkcji przystosowania,
- wybór operatorów,
- określenie kryterium zakończenia.

Przykład - problem komiwojażera

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Danych jest n miast i odległości między każdą parą. Podać trasę prowadzącą przez każde miasto, zaczynającą się i kończącą w tym samym mieście o minimalnej długości. Jest to problem **NP-zupełny** o wielu zastosowaniach.

Przykład - problem komiwojażera, cd

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Jak określić funkcję przystosowania?

Przykład - problem komiwojażera, cd

Wstęp do
inteligencji
oblicz. i
algorytmy
ewolucyjne,
wykład 1

Joanna
Jędrzejowicz

Jak określić funkcję przystosowania?

Jak reprezentować osobniki?

- można użyć tzw. reprezentacji ścieżkowej, czyli osobnik jest permutacją liczb od 1 do n ; jak zdefiniować krzyżowanie i mutację?

Przykład - problem komiwojażera, cd

Jak określić funkcję przystosowania?

Jak reprezentować osobniki?

- można użyć tzw. reprezentacji ścieżkowej, czyli osobnik jest permutacją liczb od 1 do n ; jak zdefiniować krzyżowanie i mutację?
- w reprezentacji porządkowej określa się tzw wzorzec, np. dla $n = 7$ wzorzec (1 2 3 4 5 6 7), osobnik jest listą np. (1 1 4 2 1 1 1) reprezentującą trasę 1-2-6-5-3-4-7; dla takiej reprezentacji krzyżowanie jest naturalne

Przykład - problem komiwojażera, cd

Jak określić funkcję przystosowania?

Jak reprezentować osobniki?

- można użyć tzw. reprezentacji ścieżkowej, czyli osobnik jest permutacją liczb od 1 do n ; jak zdefiniować krzyżowanie i mutację?
- w reprezentacji porządkowej określa się tzw wzorzec, np. dla $n = 7$ wzorzec (1 2 3 4 5 6 7), osobnik jest listą np. (1 1 4 2 1 1 1) reprezentującą trasę 1-2-6-5-3-4-7; dla takiej reprezentacji krzyżowanie jest naturalne
- mogą być inne reprezentacje

Przykład - szeregowanie zadań

Danych jest zbiór złożony z n zadań, ponadto dane są

- czasy przetwarzania p_1, \dots, p_n
- d - czas zakończenia,
- kary a_1, \dots, a_n za wykonanie zadania zbyt wcześnie,
- kary b_1, \dots, b_n za wykonanie zadania zbyt późno,
- jeśli c_i jest czasem zakończenia i -tego zadania, to funkcję, którą należy zminimalizować jest funkcja oceny

$$\sum_i w_i * |d - c_i|$$

gdzie

$$w_i = \begin{cases} a_i & \text{if } c_i < d \\ b_i & \text{if } c_i > d \\ 0 & \text{inaczej} \end{cases}$$