

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

# Prezentacja

Julia Szulikowska  
Mateusz Bienia

2020

# Spis treści

## Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

**1** Geneza algorytmu

**2** Opis  
matematyczny

**3** Algorytm

**4** Pseudokod

**5** Współczynniki

**6** Porównanie z innymi metodami

# Inspiracja

## Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Inspiracją do stworzenia tego algorytmu był proces zapylania kwiatów. Został opracowany w 2012 roku przez chińskiego matematyka Xin-She Yang'a.



# Reguły algorytmu

## Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

## Geneza algorytmu

Opis  
matematyczny

## Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

- biotyczne i krzyżowe zapylenie uważa się za proces zapylenia globalnego, w którym pyłki przenoszą zapylacze wykonujące loty Lévy,
- abiotyczne i samozapylenie są uważane za lokalne zapylenie,
- stałość kwiatu można uznać jako prawdopodobieństwo reprodukcji, które jest proporcjonalne do podobieństwa dwóch kwiatów zaangażowanych,
- miejscowe i globalne zapylenie jest kontrolowane przez prawdopodobieństwo przełączenia  $p \in [0, 1]$ , ze względu na fizyczną bliskość innych czynników, takich jak wiatr, lokalne zapylenie może mieć znaczny udział w  $p$  w ogólnej aktywności zapylenia.

# Śmieszny żarcik

## Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami



# Loty Lévy'ego

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Loty Lévy za pomocą kroków Lévy to silny krok losowy, ponieważ w tym samym czasie mogą być realizowane zarówno globalne, jak i lokalne możliwości wyszukiwania.

Mówiąc inaczej, jest to przelot pszczoły z jednej grupy kwiatów na drugą grupę. Pozwala to algorytmowi unikać minimów lokalnych.

Kroki Lévy'ego są liczone następującym przybliżeniem:

$$L \cong \frac{1}{s^{1+\beta}}$$

gdzie:  $\beta$  - wykładnik Lévy.

# Pszczoła w pracy

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami



# Wzory

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

## Pierwsza zasada - zapylenie globalne

$$x_i^{t+1} = x_i^t + L(x_i^t - g^*)$$

gdzie  $x_i^t$  jest wektorem rozwiązania w iteracji  $t$   
 $g^*$  bieżące najlepsze rozwiązanie

$L$  jest wielkością kroku wynikającego z rozkładu Lévy



# Wzory

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

## Druga zasada - zapylenie lokalne

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \varepsilon (x_i^t - x_k^t)$$

gdzie  $\varepsilon$  jest liczbą losową pochodzącą z rozkładu normalnego

# Wzory

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

## Loty Lévy

$$L \sim \frac{\lambda \Gamma(\lambda) \sin(\pi\lambda/2)}{\pi} \frac{1}{s^{1+\lambda}}, \quad (s \gg s_0 > 0)$$

gdzie  $\Gamma(\lambda)$  jest funkcją gamma,  
 $\lambda$  parametr dystrybucji Lévy

# Algorytm

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Na początku działania algorytmu tworzona jest populacja kwiatów, następnie wybierane jest najlepsze rozwiązanie z początkowej populacji. Algorytm w trakcie działania losowo wybiera czy ma wystąpić zapylenie lokalne czy globalne. Zapylenie globalne polega na zmianie cech jednego z kwiatów na podstawie najlepszego osobnika z populacji. Zapylenie lokalne imituje zapylenie w bliskim otoczeniu osobnika i opiera się na zmianie cech na podstawie 2 losowych różnych kwiatów z populacji.

# Pseudokod

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Utwórz populację  $n$  kwiatów z losowymi rozwiązaniami i znajdź najlepsze rozwiązanie  $g_*$ .

**while** ( $t < \text{MaxGenemtion}$ )

**for**  $i = 1 : n$  (wszystkie  $n$  kwiatów w populacji)

**if**  $\text{rand} < p$  //  $\text{rand} \in [0, 1]$

      Stwórz ( $d$ -wymiarowy) wektor kroków  $L$  według dystrybucji Lévy'a oraz ogólne zapylenie wg. wzoru:

$$\mathbf{x}_i^{t+1} = \mathbf{x}_i^t + L(\mathbf{g}_* - \mathbf{x}_i^t).$$

**else**

      Stwórz  $\epsilon$  z dystrybucji jednostajnej(0,1), losowo wybierz  $j$  i  $k$  spośród całej populacji. Wykonaj lokalne zapylenie wzorem:  $\mathbf{x}_i^{t+1} = \mathbf{x}_i^t + \epsilon(\mathbf{x}_j^t - \mathbf{x}_k^t)$ .

**end if**

  Wyznacz nowe rozwiązania, jeżeli są lepsze dodaj je do populacji.

**end for**

  Znajdź aktualne najlepsze rozwiązanie  $g_*$ .

**end while**

# Współczynniki

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Jednym z współczynników mających duży wpływ na wyniki jest  $p$  określający prawdopodobieństwo wyboru rodzaju zapylenia, czyli czy ma wystąpić zapylenie lokalne czy globalne. Z symulacji Yang'a wynika że dla większości zastosowań wartość  $p = 0.8$  działa najlepiej. Drugim jest  $\lambda$  który jest parametrem lotów Lévy i mieści się w przedziale  $[0.75, 1.95]$ .

# Porównanie z innymi metodami

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

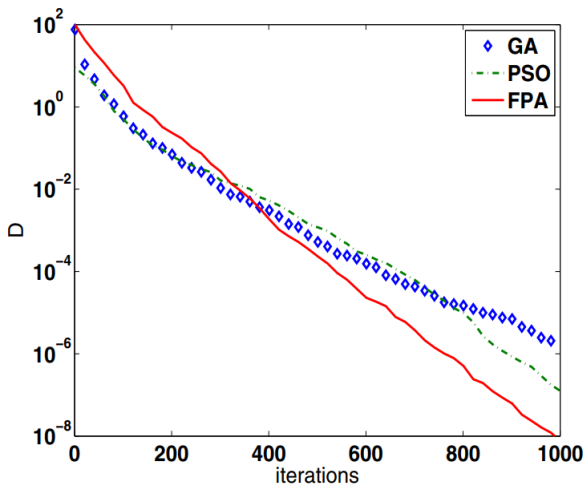
Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

Porównanie generowanego średniego błędu między algorytmem FPA, algorytmem genetycznym i particle swarm optimization.



Porównanie wydajności FPA, GA, i PSO na podstawie ilości iteracji dla poszczególnych funkcji.

Functions/Algorithms	GA	PSO	FPA
Michalewicz ( $d = 16$ )	89325 $\pm$ 7914(95%)	6922 $\pm$ 537(98%)	3341 $\pm$ 649(100%)
Rosenbrock ( $d = 16$ )	55723 $\pm$ 8901(90%)	32756 $\pm$ 5325(98%)	5532 $\pm$ 1464(100%)
De Jong ( $d = 256$ )	25412 $\pm$ 1237(100%)	17040 $\pm$ 1123(100%)	4245 $\pm$ 545(100%)
Schwefel ( $d = 128$ )	227329 $\pm$ 7572(95%)	14522 $\pm$ 1275(97%)	6851 $\pm$ 448(100%)
Ackley ( $d = 128$ )	32720 $\pm$ 3327(90%)	23407 $\pm$ 4325(92%)	3357 $\pm$ 968(100%)
Rastrigin	110523 $\pm$ 5199(77%)	79491 $\pm$ 3715(90%)	10840 $\pm$ 2689(100%)
Easom	19239 $\pm$ 3307(92%)	17273 $\pm$ 2929(90%)	4017 $\pm$ 982(100%)
Griewank	70925 $\pm$ 7652(90%)	55970 $\pm$ 4223(92%)	4918 $\pm$ 1429(100%)
Yang ( $d = 16$ )	27923 $\pm$ 3025(83%)	14116 $\pm$ 2949(90%)	4254 $\pm$ 1839(100%)
Shubert(18 minima)	54077 $\pm$ 4997(89%)	23992 $\pm$ 3755(92%)	9271 $\pm$ 1758(100%)

# Literatura

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

- 1** Yang, X.-S. (2012). Flower Pollination Algorithm for Global Optimization. Lecture Notes in Computer Science, 240–249. doi:10.1007/978-3-642-32894-7\_27
- 2** Lisowski, Józef. (2016). Metody roju cząstek w optymalizacji procesów transportowych i logistycznych. Particle swarm methods in optimization of transport and logistic processes.. 10.13140/RG.2.2.34539.64804.
- 3** Andrew M. Reynolds, Alan D. Smith, Don R. Reynolds, Norman L. Carreck, Juliet L. Osborne Journal of Experimental Biology 2007 210: 3763–3770; doi: 10.1242/jeb.009563
- 4** Abdel-Basset, M., Shawky, L.A. Flower pollination algorithm: a comprehensive review. Artif Intell Rev 52, 2533–2557 (2019).  
<https://doi.org/10.1007/s10462-018-9624-4>



# Koniec prezentacji

Prezentacja

Julia  
Szulikowska  
Mateusz  
Bienia

Geneza  
algorytmu

Opis  
matematyczny

Algorytm

Pseudokod

Współczynniki

Porównanie z  
innymi  
metodami

# Dziękujemy za uwagę

początek

