

# Artificial Immune Systems

## Clonal Selection Algorithm

Magdalena Jeczeń

# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat
- 4 Przykłady
- 5 Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej

# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat
- 4 Przykłady
- 5 Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej

## Artificial Immune Systems

Algorytmy ewolucyjne oparte na systemie odpornościowym.

Cechy systemu odpornościowego, które sprawiają, że jest ciekawą bazą dla algorytmów:

- Rozpoznawalność
- Pamięć
- Różnorodność
- Zdecentralizowany mechanizm kontroli

# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna**
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat
- 4 Przykłady
- 5 Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej

# Przydatne pojęcia

## Antygen (eng: Antygen)

Obca, szkodliwa dla organizmu substancja.

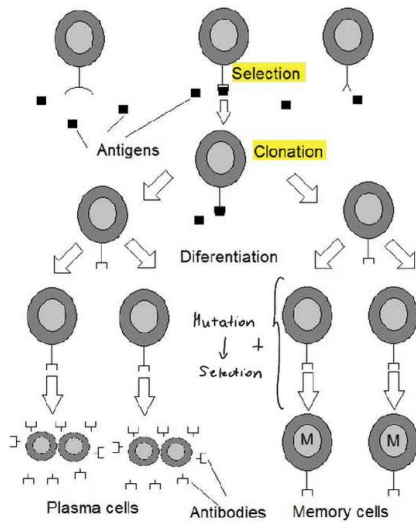
## Przeciwciało (eng: Antibody)

Białko przeznaczone do walki z antygenem.

## Limfocyt B

Komórka układu odpornościowego odpowiedzialna za wytwarzanie przeciwciał.

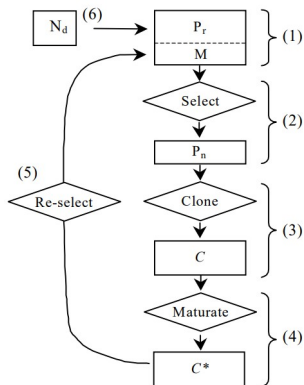
# Co następuje, gdy w ciele pojawia się antygen?



# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat**
- 4 Przykłady
- 5 Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej





- 1 Wybór kandydatów
- 2 Wybór  $n$  najlepszych kandydatów
- 3 Klonowanie najlepszych kandydatów
- 4 Mutacja najlepszych kandydatów
- 5 Wybór nowych najlepszych kandydatów
- 6 Zamiana najgorszych kandydatów z początkowego zbioru z nowo-powstałymi najlepszymi

# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat
- 4 Przykłady**
- 5 Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej

# Przykład 1

Optymalizujemy funkcję

$$f : R \rightarrow R, f(x) = x^2$$

- szukamy jej minimum globalnego.

## Przykład 2



Rozpoznanie 8 'antygenów' reprezentowanych jako bitstring

Sposób w jaki mierzymy powinowactwo:

$$D = \sum_{i=1}^L \delta_i, \text{ where } \delta_i = \begin{cases} 1 & \text{if } ab_i \neq ag_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[2]

## Przykład 2



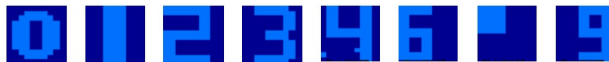
(b) 0 generations



(c) 50 generations



(d) 100 generations



(e) 200 generations

[2]

# Przykład 3

2.

$$f(x) = 10n + \sum_{i=1}^n [x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)]$$

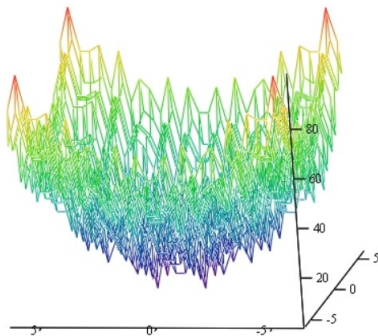


Figure 2: Rastrigin's Function in two dimensions

[3]

# Przykład 3

4.

$$f(x) = \sum_{i=1}^n \sin(x_i) + n$$

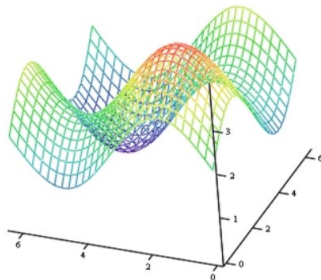


Figure 4. Modified Sinusoidal function in two dimensions

[3]

## Przykład 3

Function	Type	Clonal Selection Algorithm			
		Sets for clone rate	Group number for mut. rate	Proximity	Avg. Number of Iterations
Sphere	Unimodal	2	1	$6.95 \times 10^{-7}$	399
Rastrigin's	Highly Multimodal	3	3	$8.51 \times 10^{-8}$	135226
Ackley's	Multimodal	2	1	$8.59 \times 10^{-4}$	417
Modified Sinusoidal	Highly Multimodal	3	2	$9.71 \times 10^{-4}$	14488
Sum of Different Powers	Unimodal	3	1	$6.21 \times 10^{-6}$	53
Non-generalized Schwefel's	Multimodal	1	1	$8.93 \times 10^{-4}$	206

[3]



# Plan prezentacji

- 1 Artificial immune systems - wprowadzenie
- 2 Selekcja klonalna
- 3 Clonal Selection Algorithm - schemat
- 4 Przykłady
- 5 **Inne rodzaje algorytmów opartych na selekcji klonalnej**

Algorytmy oparte na selekcji klonalnej mogą rozwiązywać nie tylko problemy optymalizacyjne, czy rozpoznawania patternów, ale także klasyfikacji.

Jednym z takich algorytmów jest algorytm **CLONAX**

## CLONAX

CLONal selection Algorithm for ClaSSification.

- 1 Wybór zbioru kandydatów
- 2 Wpuszczenie antygenu  $A_i$  do zbioru
- 3 Sprawdzenie do jakiej klasy należy antygen
- 4 Wyodrębnianie ze zbioru kandydatów tylko tych, którzy mają większe powinowactwo ('przyciąganie') do klasy jakiej jest antygen
- 5 Klonowanie najlepszych kandydatów
- 6 Mutacja najlepszych kandydatów
- 7 Ponowny wybór najlepszych kandydatów
- 8 Zamiana powinowactwa tych kandydatów na średnie powinowactwo do najbliższych antygenów z tej samej klasy
- 9 Filtrowanie
- 10 Wprowadzenie do pierwotnego zbioru

Dataset	Gen	Memory cell size (m)	Remaining cells (r)	Replaceable antibody size (d)	best (n) antibodies picked for cloning	Best (k) clones picked to make for candidate memory cell	Max antigens per memory cell (p)	Average results of 5 test runs (%)	Individual best (%)
Breast Cancer Diagnostic	8	120	0.1xm	0.5xr	20	10	5	93.4±2.2	95.6
Haberman's Survival	8	70	0.1Xm	0.5Xr	20	10	5	73.8±6.6	80.3
Liver Disorder	16	60	0.1xm	0	30	10	8	68.1±5.8	73.9
New-Thyroid	8	60	0.1xm	0.5xr	10	10	6	90.7±7.0	97.7
Pima-Indian-Diabetes	8	100	0.1xm	0.5xr	20	10	8,10	74.4±5.6	79.9

[4]

- ❶ **Tytuł:** "The Clonal Selection Algorithm with Engineering Applications",  
**Autorzy:** Leandro Nunes de Castro, Fernando J. Von Zuben
- ❷ [https://www.researchgate.net/figure/Clonal-selection-theory\\_fig1\\_335210140](https://www.researchgate.net/figure/Clonal-selection-theory_fig1_335210140)
- ❸ **Tytuł:** "COMPARISON STUDY FOR CLONAL SELECTION ALGORITHM AND GENETIC ALGORITHM"  
**Autorzy:** Ezgi Deniz Ülker, Sadık Ülker
- ❹ **Tytuł:** "Clonal Selection Algorithm for Classification"  
**Autorzy:** Anurag Sharma, Dharmendra Sharma  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22371-6\\_31](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-22371-6_31)

Dziękuję za uwagę : —)