

Ewolucyjny algorytm komórkowy

Hubert Marczuk, nr 208491

O czym w ogóle mowa?

Ewolucyjny algorytm komórkowy (CEA) - rodzaj algorytmu ewolucyjnego (EA), w którym jednostki nie mogą kojarzyć się ze sobą arbitralnie, ale każdy wchodzi w interakcje z bliższymi sąsiadami, na których stosuje się podstawowy EA (selekcja, krzyżowanie, zastępowanie, mutacje).



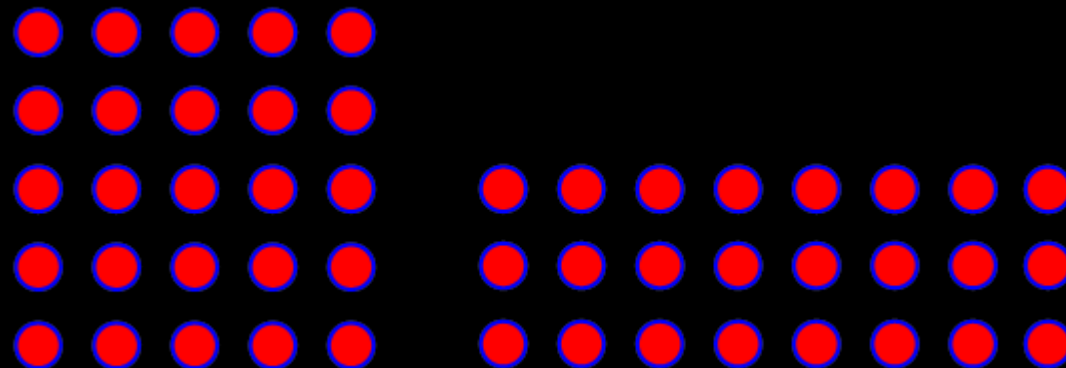
Inspiracje biologiczne w CEA

- Wzorowany na naturalnej organizacji tkanek biologicznych
- Lokalne interakcje między komórkami - efektywne wzorce zachowań
- Podobieństwo do biologicznych procesów takich jak wzrost organizmów, regeneracja tkanek czy adaptacja do środowiska sprawia
- Lokalna komunikacja i ograniczony zasięg interakcji sprzyjają utrzymaniu różnorodności



Wizualizacja populacji algorytmu

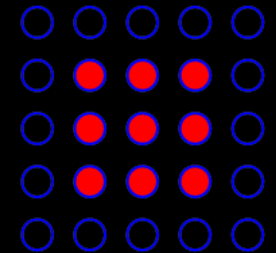
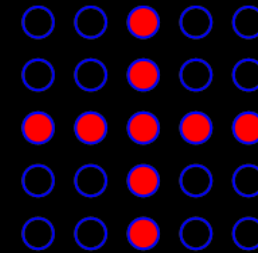
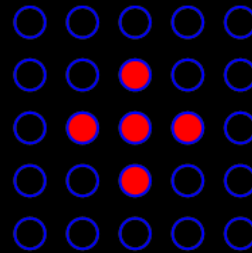
- Osobniki (rozwiązania problemu) rozmieszczone na siatce (zwykle 2D)
- Różne wymiary, najczęściej prostokątna
- Osobniki komunikują się ze sobą



Rodzaje sąsiedztwa

Różne typy:

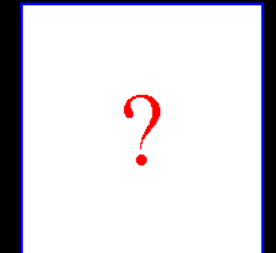
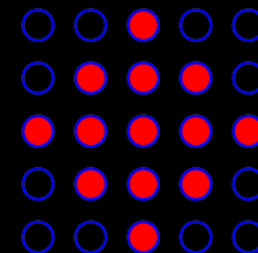
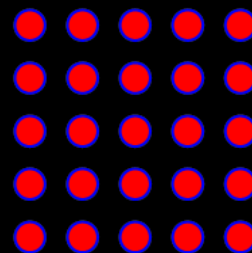
- L – liniowe
- C – kompaktowe
- D – diamentowe



Dopuszczalne różne sąsiedztwa w jednym algorytmie.

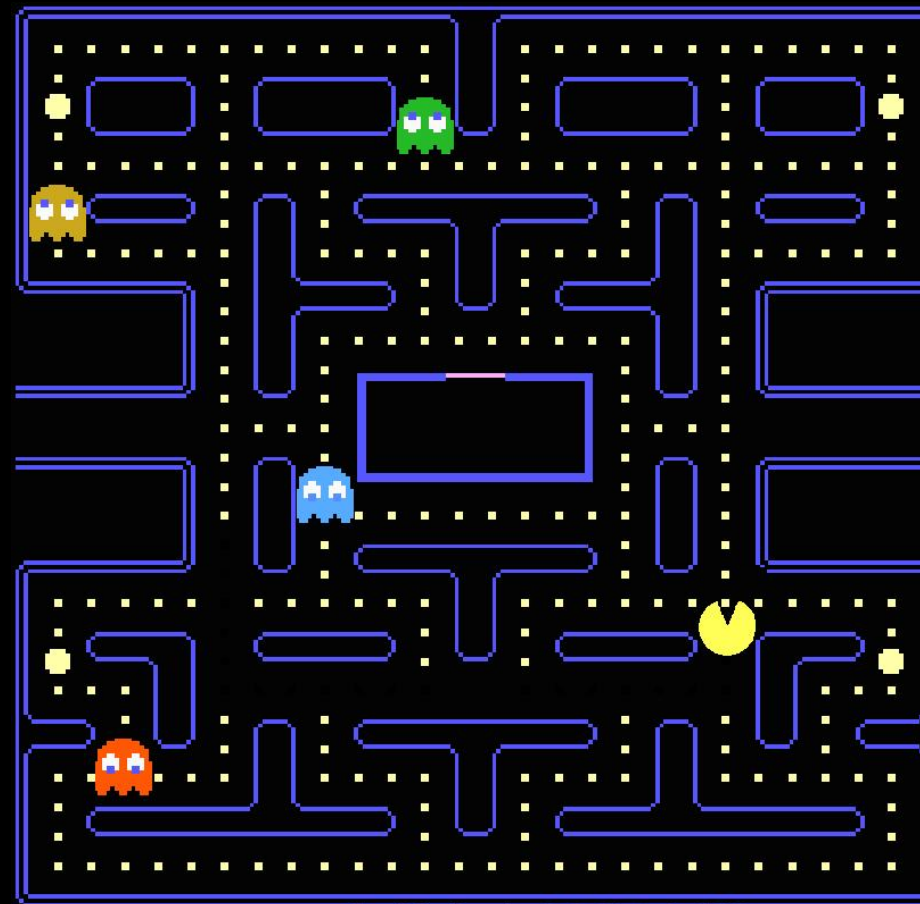
Cyfra znaczy rozmiar (liczność) dzielnic.

Wpływ na rozchodzenie się genów.



Zastosowanie toroidalnej siatki

- Zwykła siatka premiuje geny i osobniki znajdujące się w centrum, bo ma nieprzekraczalne ściany na końcach
- Toroidalna siatka działa jak plansza w Pacmanie lub Snake'u: sąsiedztwo przy ścianie zawija się na drugi koniec siatki
- Wyrównanie szans osobników ze względu na lokalizację
- Uniknięcie sztucznego zachowania brzegowego



Proces Ewolucyjny

- Selekcja odbywa się lokalnie – każda komórka wybiera najlepszych rodziców spośród siebie i swoich sąsiadów.
- Krzyżowanie informacji genetycznej dwóch rodziców w celu stworzenia potomka. Przykładem jest order crossover (OX)
- Mutacja, czyli wprowadzenie drobnych, lokalnych zmian w potomstwie, np. zamiana miejscami dwóch miast w trasie
- Zastępowanie, czyli jeśli potomek jest lepszy od rodzica, zastępuje go w populacji; w przeciwnym razie pozostaje stary osobnik



Lokalna selekcja i presja selekcyjna

- Selekcja ograniczona do lokalnego sąsiedztwa oznacza, że dobre geny rozprzestrzeniają się powoli – wysoka różnorodność genetyczna
- Presja selekcyjna – siła, z jaką najlepsze rozwiązania wypierają gorsze – jest wyższa, gdy selekcja preferuje tylko najlepszych sąsiadów.
- Balans między presją selekcyjną a dywersyfikacją jest kluczowy dla efektywności CEA.



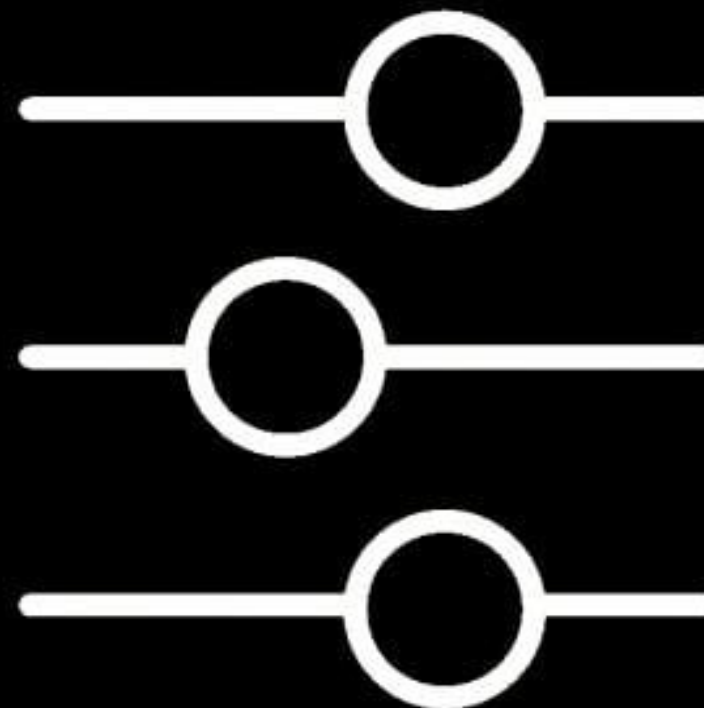
Zbieżność i dywersyfikacja

- Równowaga między eksploracją a eksploatacją
- Unikanie przedwczesnej zbieżności
- Znaczenie dla problemów multimodalnych
- Adaptacyjne zarządzanie dywersyfikacją



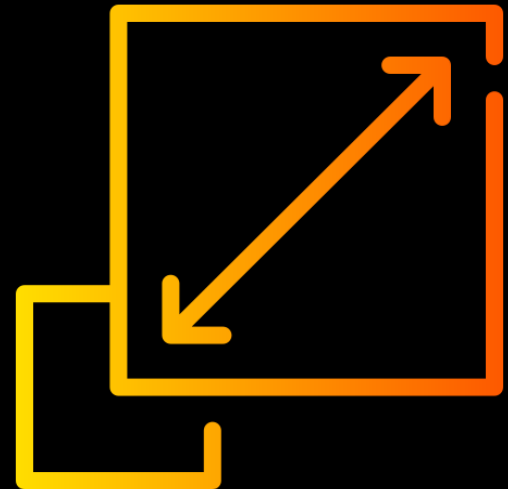
Parametry algorytmu

- Rozmiar siatki (wymiary)
- Rodzaj sąsiedztwa
- Rozmiar sąsiedztwa
- Częstotliwość/prawdopodobieństwo mutacji
- Liczba generacji
- Metoda selekcji osobników
- Metoda selekcji genów



Wydajność i skalowalność

- Łatwo zrównoleglić obliczenia:
każda komórka = jeden proces
- Działa efektywnie przy dużych
siatkach
- Dobrze działa dla systemów
rozproszonych oraz na
jednostkach GPU (brak globalnej
wymiany danych)

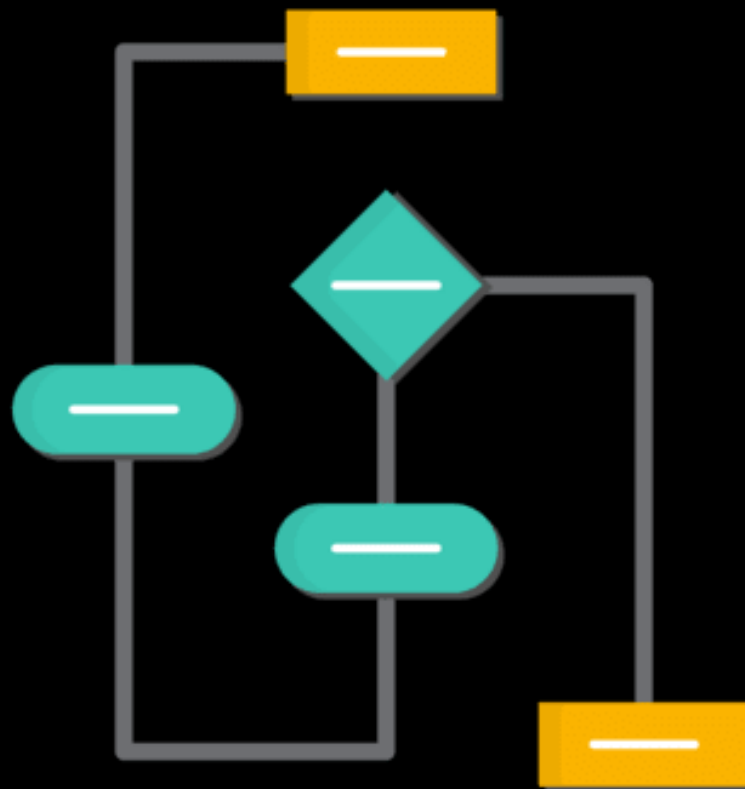


Porównanie z klasycznym EA

Cecha	CEA	Klasyczny EA
Populacja	Rozproszona	Globalna
Selekcja	Lokalna	Globalna
Dywersyfikacja	Wysoka	Niska
Zbieżność	Wolniejsza	Szybsza

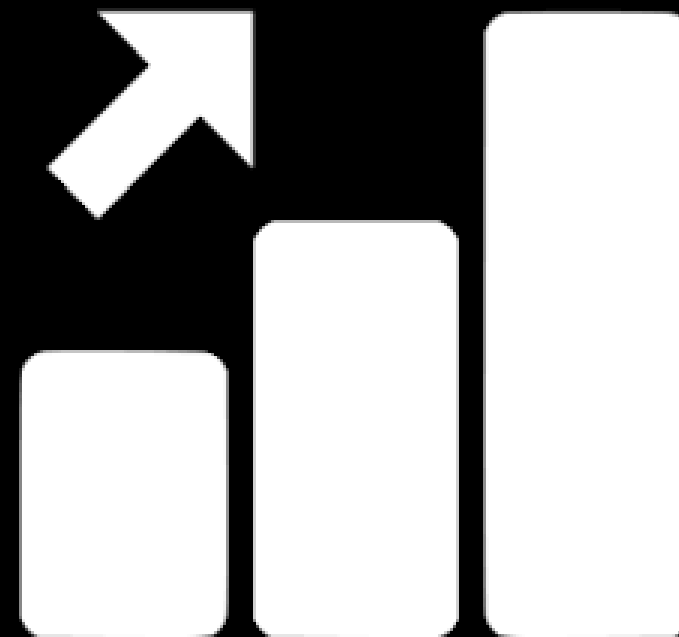
Przykładowe zastosowania

- TSP (Traveling Salesman Problem)
- Optymalizacja ciągła - ekstrema funkcji wielu zmiennych
- Automatyka i sterowanie - optymalizacja
- Bioinformatyka
- AI w grach (np. pathfinding, strategia)



Wyzwania i kierunki rozwoju

- Hybrydyzacja z innymi metodami optymalizacji, np. PSO (zwierzęta i poszukiwania pożywienia)
- Dynamiczne zmiany topologii siatki
- Zastosowanie do problemów dynamicznych
- Automatyczna regulacja parametrów



Projekt – problem komiwojażera z animacją bieżących rozwiązań

Modyfikowalne parametry:

- Kwadratowa siatka
- Liczba generacji
- Czas trwania klatki animacji
- Interaktywne dodawanie punktów na planszy
- Prawdopodobieństwo mutacji
- Rodzaj i rozmiar sąsiedztwa

Metoda selekcji: najlepszy osobnik z sąsiedztwa.

Metoda krzyżowania: order crossover (OX)

