

# MODELOWANIE RZECZYWISTOŚCI

Daniel Wójcik

Instytut Biologii Doświadczalnej PAN

[d.wojcik@nencki.gov.pl](mailto:d.wojcik@nencki.gov.pl)

tel. 022 5892 424

<http://www.neuroinf.pl/Members/danek/swps/>

# Podręcznik

Iwo Białynicki-Birula

Iwona Białynicka-Birula

ISBN: 83-7255-103-0

Data wydania: 6 maja 2002

wkrótce drugie wydanie, rozszerzone



# Algorytmy genetyczne

# Ewolucja

- Długotrwałe poddawanie populacji mechanizmom ewolucji powoduje stopniowe udoskonalanie należących do niej osobników

# Kilka pojęć

- **Osobnik** – jednostka posiadająca cechy odróżniające ją od innych zakodowane w **genach**
- **Genotyp** – ciąg symboli kodujący kompletny zestaw cech **osobnika**
- **Fenotyp** – zbiór cech **osobnika** odpowiadający danemu **genotypowi**
- **Populacja** – zbiór **osobników** (fenotypów) żyjących w pewnym środowisku, oddziałujących na siebie i rozmnażających się

# Mechanizmy ewolucji

- **Wariacja** – mechanizm powodujący *zwiększenie* różnorodności populacji:
  - **Mutacja** – przypadkowa częściowa zmiana genotypu danego osobnika
  - **Krzyżowanie** (rekombinacja) – powstawanie nowego genotypu na skutek połączenia dwóch już istniejących w populacji genotypów
- **Selekcja** - mechanizm powodujący *zmniejszenie* różnorodności populacji:
  - **Selekcja naturalna** – wymieranie osobników gorzej przystosowanych do środowiska
  - **Selekcja płciowa** – lepiej przystosowane osobniki mają więcej potomstwa

# Algorytmy genetyczne

- Algorytmy wykorzystujące ideę doboru naturalnego, procesy krzyżowania i mutacji.
- Rozwiązują problemy optymalizacyjne polegające na znalezieniu w danej populacji osobnika najlepszego pod jakimś względem.
- Do określania stopnia przystosowania osobnika służy **funkcja celu**, zwana też **funkcją przystosowania**.

# Cechy algorytmów genetycznych

- Nie przetwarzają bezpośrednio parametrów zadania lecz ich zakodowaną postać
- Prowadzą poszukiwania rozpoczynając od pewnej populacji danych początkowych
- Korzystają tylko z funkcji celu
- Stosują probabilistyczne, a nie deterministyczne reguły wyboru

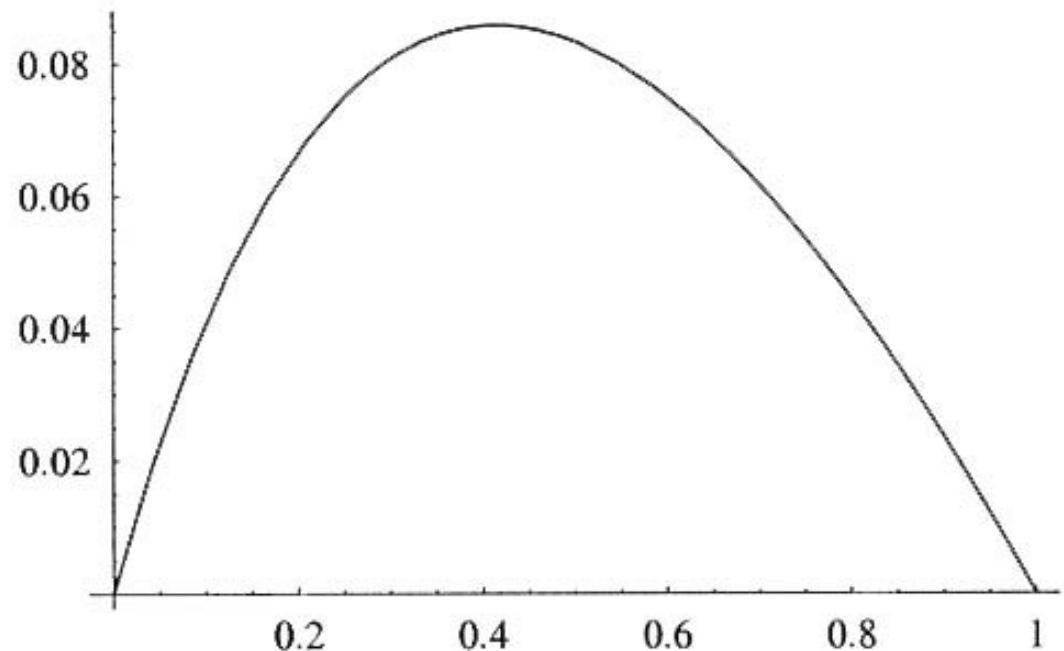


# Przykład: maksymalizacja funkcji

- Rozważmy algorytm genetyczny szukający maksimum funkcji:

$$f(x) = 1 - \frac{x}{2} - \frac{1}{1+x}$$
$$x \in (0, 1)$$

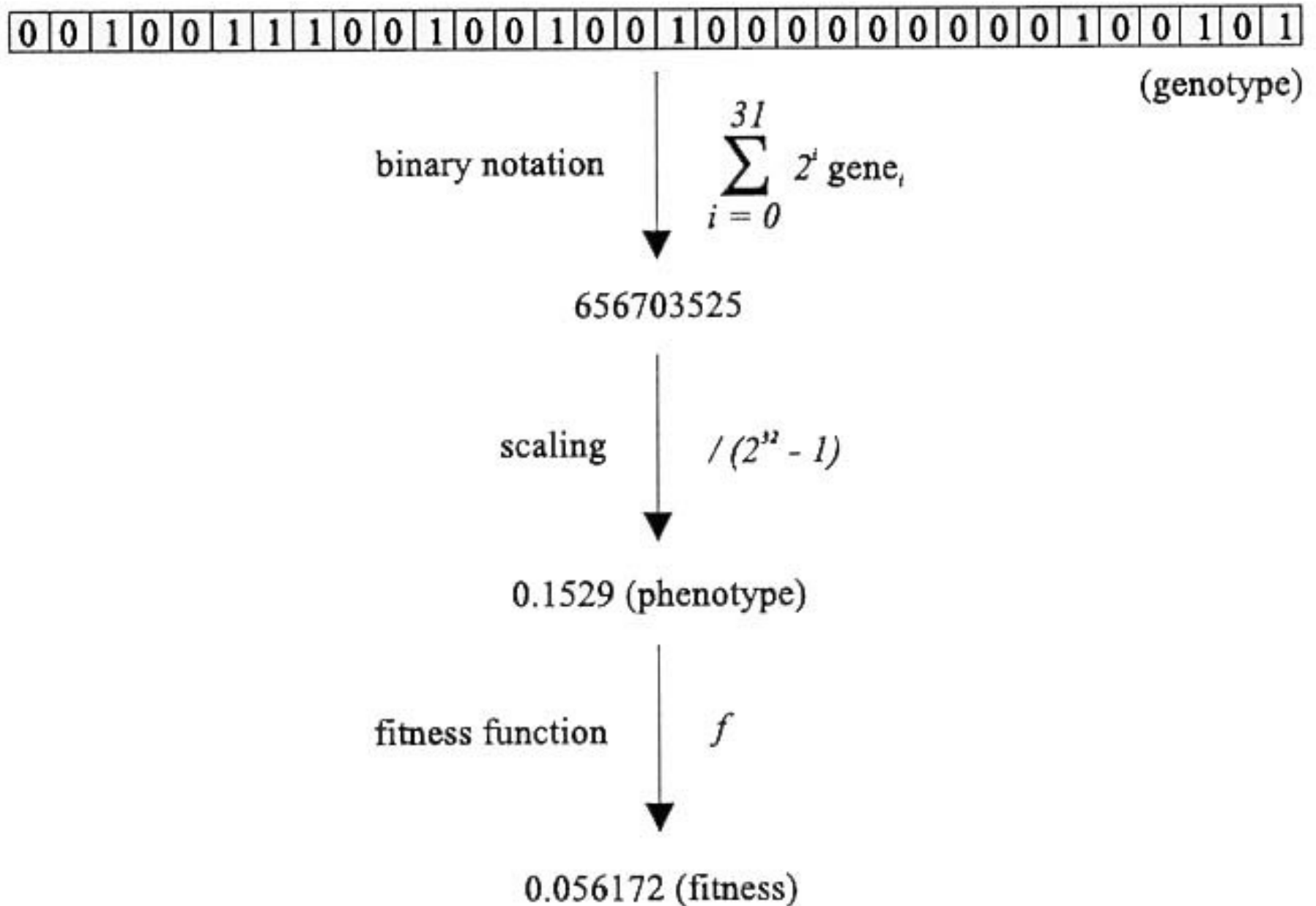
- Program **Holland**



# Schemat algorytmu

- Fenotyp: każdy osobnik ma jedną cechę – liczbę z przedziału 0 do 1
- Genotyp: binarny kod liczby długości  $n$ , zatem od 0 do  $2^n-1$ . Zamieniamy na liczbę od 0 do 1 dzieląc przez  $2^n$ .
- Dla każdego takiego osobnika możemy policzyć wartość  $f$ , czyli jego „przystosowanie”

# Kodowanie fenotypu



# Selekcja twarda

1. Zaczynamy od jednego osobnika z losowym genotypem
2. Mutujemy osobnika zmieniając każdy z 32 bitów genotypu z prawdop.  $1/32$
3. Liczymy funkcję przystosowania dla obu osobników i wyrzucamy gorszego
4. Wracamy do punktu 2.

# Rozwiązanie analityczne

- Maksimum funkcji:

$$f(x) = 1 - \frac{x}{2} - \frac{1}{1+x}$$

- Jest tam, gdzie zeruje się jej pochodna:

$$f'(x) = -\frac{1}{2} + \frac{1}{(1+x)^2} = 0$$

- Zatem

$$x = \sqrt{2} - 1$$

- To daje fenotyp: 0110101000001001111001  
10011001111110011101111001101



# Inne zastosowania a. genetycznych

- Można je stosować także kiedy nie ma konkretnej funkcji przystosowania, np. w iterowanym dylemacie więźnia
- Program **Axelrod**

# Schemat algorytmu

- **Fenotyp - strategia**: każdy osobnik ma strategię mówiącą, co powinien zrobić w zależności, od wyniku ostatnich 3 rozgrywek
- **Genotyp**: Każda gra ma 1 z 4 wyników. Możliwych wyników 3 gier jest zatem  $4^3=64$ . Dla każdej historii podejmujemy decyzję, czy w bieżącej grze zdradzamy, czy współpracujemy. Kod ma 64 bity.
- Rozgrywamy  $n$  rund. Suma wyników określa funkcję przystosowania.