

MODELOWANIE RZECZYWISTOŚCI

Daniel Wójcik

Instytut Biologii Doświadczalnej PAN
Szkoła Wyższa Psychologii Społecznej

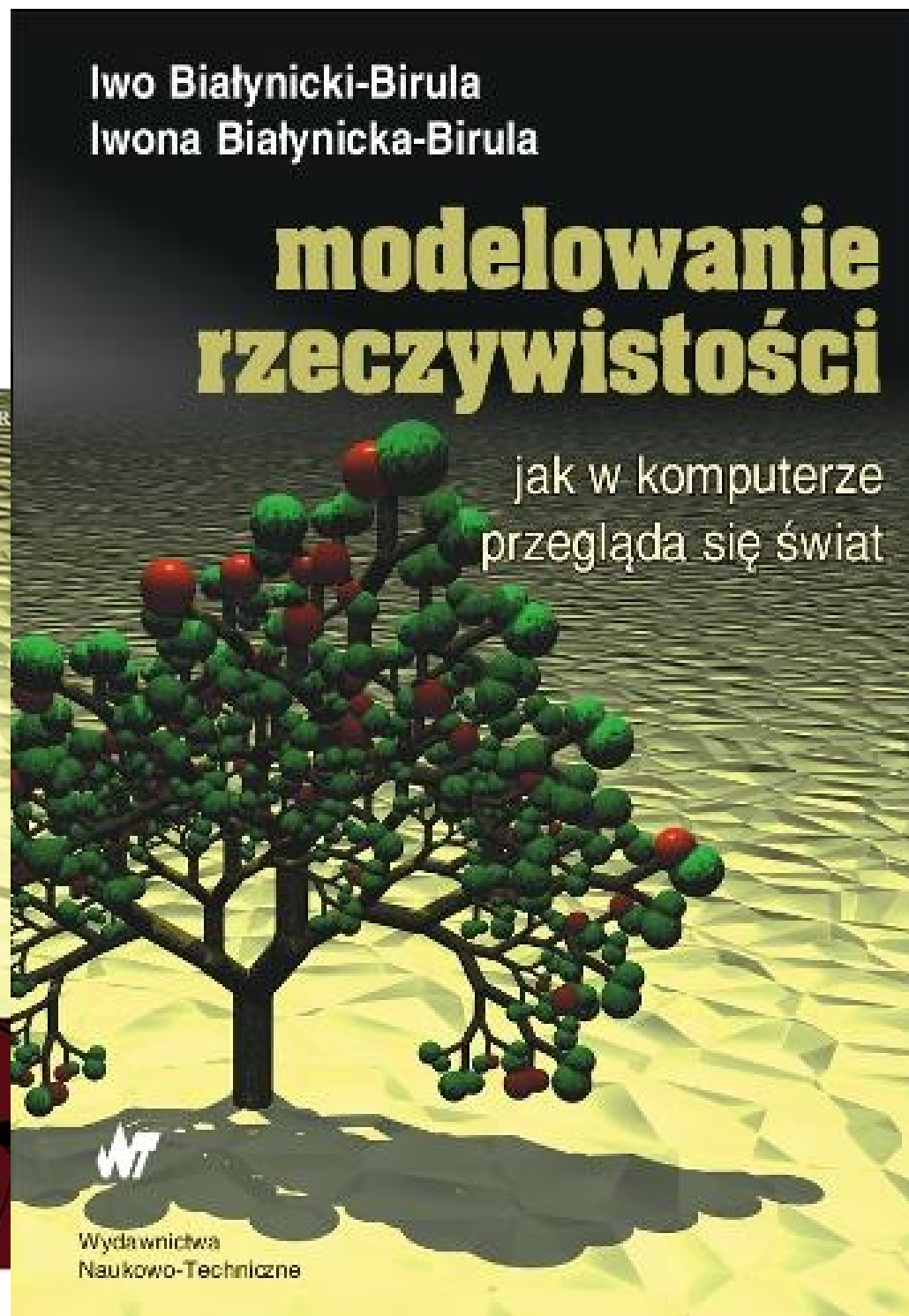
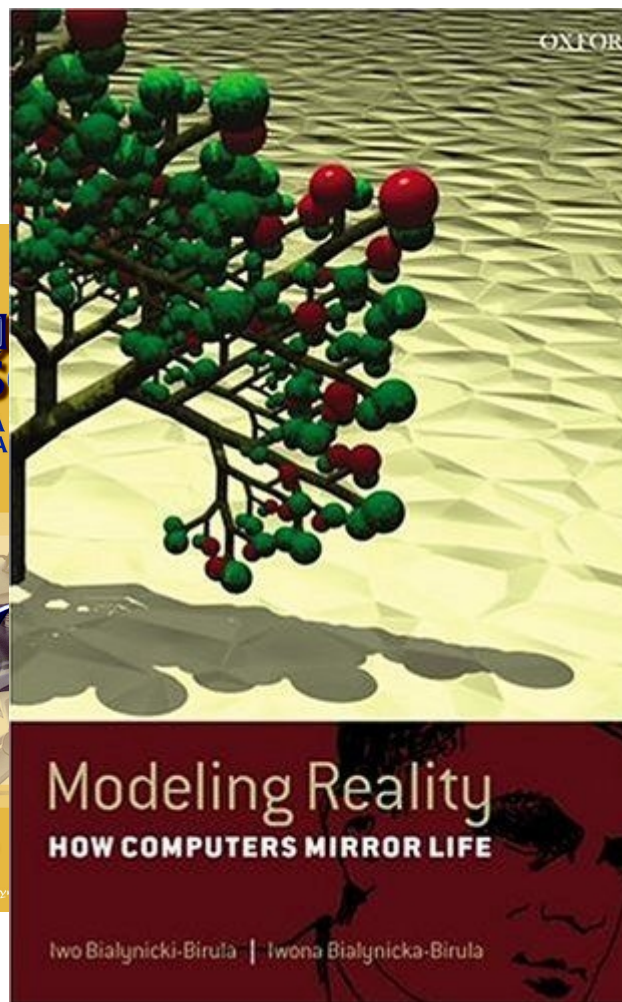
d.wojcik@nencki.gov.pl
dwojcik@swps.edu.pl

tel. 022 5892 424

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

Podręcznik

Iwo Białynicki-Birula
Iwona Białynicka-Birula



Algorytmy genetyczne

Ewolucja

- Różnorodność form życia: ewolucja
- Długotrwałe poddawanie populacji mechanizmom ewolucji powoduje stopniowe udoskonalanie należących do niej osobników

Algorytmy ewolucyjne i genetyczne

- **Algorytmy ewolucyjne** wykorzystują mechanizmy biologicznej ewolucji do generacji ulepszonych obiektów, np. programów, ale też układów elektronicznych, itp.
- Algorytmy ewolucyjne modelujące „kod genetyczny” obiektów i jego zmiany nazywane są algorytmami genetycznymi

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

Tworzenie algorytmu genetycznego

- Jaki problem chcemy rozwiązać?
- Jakiego zbioru potencjalnych rozwiązań chcemy szukać? [fenotypy]
- Jak zakodujemy potencjalne rozwiązanie? [genotypy]
- Jak zdecydujemy, które rozwiązania są lepsze od innych?

Ogólny schemat

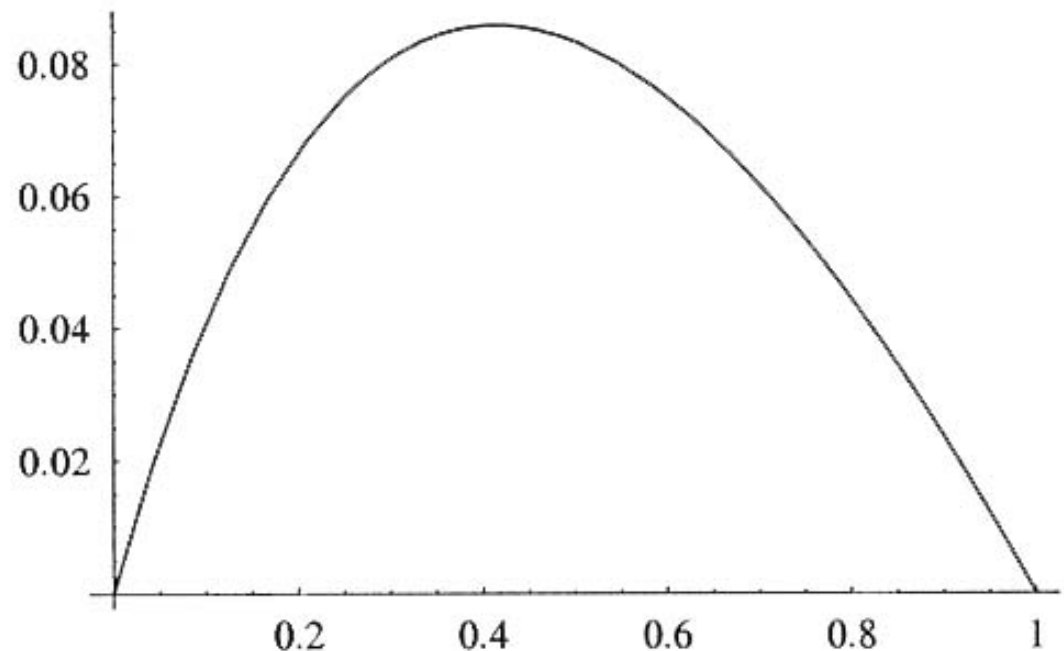
- Wybierz populację osobników o przypadkowych genomach
- Powtarzaj
 - Wybierz losowo podzbiór aktualnej populacji **faworyzując** osobniki o lepszych fenotypach
 - **Skrzyżuj** osobniki w celu stworzenia nowych
 - Dokonaj **mutacji** nowych
 - Wygeneruj w ten sposób **nową generację** osobników, która zastąpi poprzednią

Przykład: maksymalizacja funkcji

- Rozważmy algorytm genetyczny szukający maksimum funkcji:

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

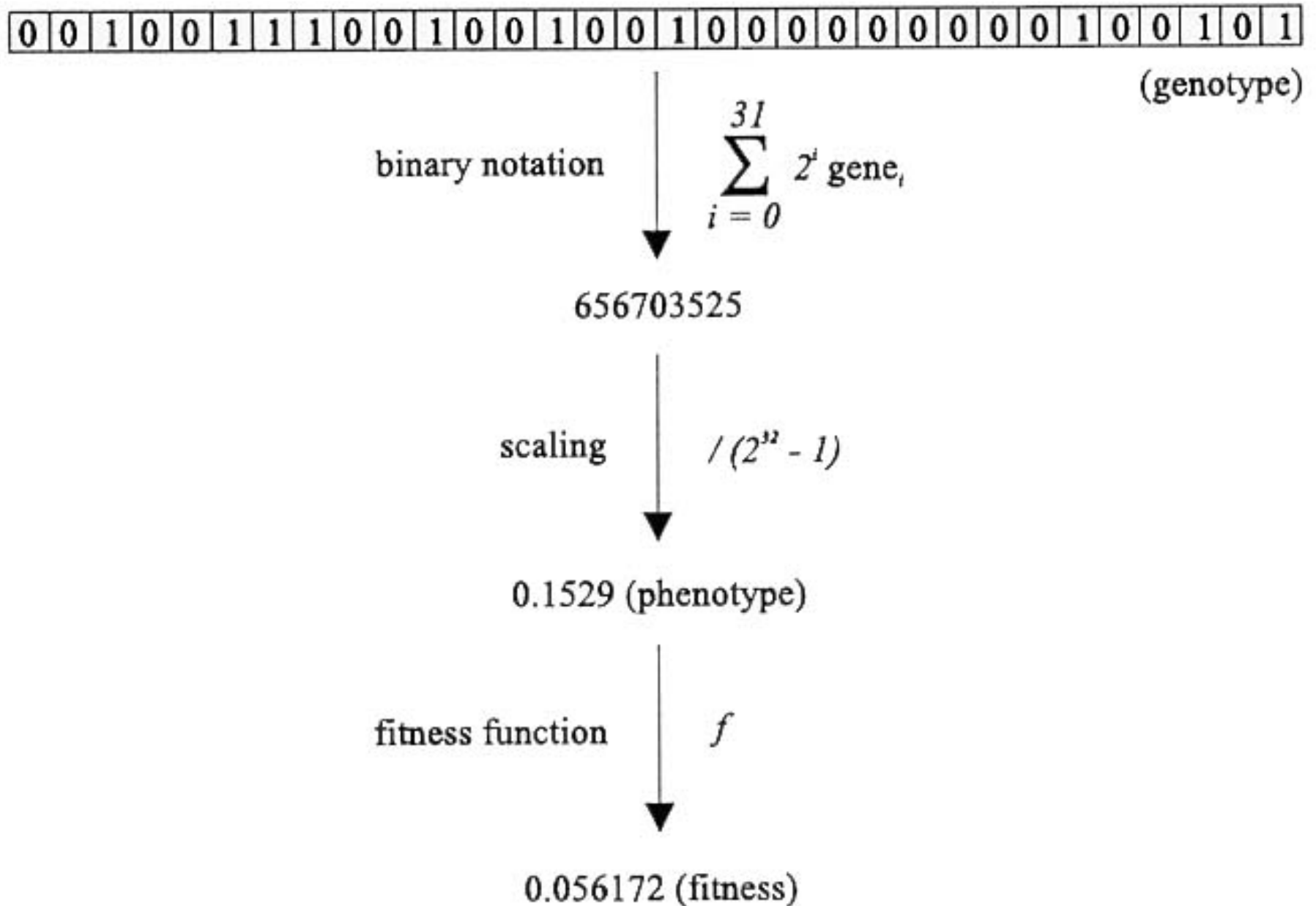
- Program **Holland**



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



Najprostszy algorytm

1. Zaczynamy od jednego osobnika z losowym genotypem
2. Mutujemy osobnika zmieniając każdy z 32 bitów genotypu z prawdopodobieństwem $1/32$
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

Kod Graya

- Możemy zakodować liczby od 0 do 2^n-1 tak, żeby sąsiednie liczby różniły się od siebie tylko jednym bitem. Takie kodowanie nazywamy **kodem Graya**

liczba	kod binarny	kod Graya
0	0 0 0 0	0 0 0 0
1	0 0 0 1	0 0 0 1
2	0 0 1 0	0 0 1 1
3	0 0 1 1	0 0 1 0
4	0 1 0 0	0 1 1 0
5	0 1 0 1	0 1 1 1
6	0 1 1 0	0 1 0 1
7	0 1 1 1	0 1 0 0

Inne zastosowania a. genetycznych

- Można je stosować także kiedy nie ma konkretnej funkcji przystosowania, np. w iteracyjnym 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.