



Algorytm ewolucyjny

Ogólna idea

- Algorytm ewolucyjny to nazwa ogólna, obejmująca takie metody szczegółowe, jak np.: algorytmy genetyczne, programowanie genetyczne, strategie ewolucyjne
- Zbiór metod optymalizacji inspirowanych zjawiskami biologicznymi, naturalnie występującymi w przyrodzie,
- Ich cechą wspólną jest wykorzystanie schematu działania wzorowanego na teorii doboru naturalnego i ewolucji,
- Zasada działania: właściwe rozwiązanie problemu postaramy się "wyhodować", zamiast szukać na oślep (lub konstruować z kawałków, jak w przypadku strategii zachłannej).
- Niech różne rozwiązania konkurują ze sobą, krzyżują się, rozmnażają, naśladując mechanizmy odpowiadające za coraz lepsze dostosowanie organizmów żywych do środowiska. Skoro ewolucja naturalna jest tak skuteczna w konstruowaniu złożonych, dobrze dostosowanych organizmów, to możemy liczyć na to, że ewolucja symulowana przyniesie nam dobre (zbliżone do optymalnych) rozwiązania problemu. Musimy zadbać o to, by symulowane "środowisko" promowało te osobniki (tzn. rozwiązania problemu), które lepiej spełniają nasze kryteria optymalizacyjne.

Podstawowe pojęcia cz.1

- **Chromosom** - To łańcuch (ciąg) kodowy uporządkowanych genów.
- **Fenotyp** - To zestaw wartości odpowiadających danemu genotypowi, czyli zdekodowana struktura będąca zbiorem parametrów zadania, a więc jego rozwiązaniem o określonej jakości.
- **Gen** - To cecha, znak lub detektor stanowiący elementarny element chromosomu.
- **Genotyp** - To zespół (struktura) chromosomów danego osobnika.
- **Populacja** - To zbiór osobników o określonej liczebności.
- **Osobnik** – Podstawowa jednostka podlegająca ewolucji. Zakładamy zwykle, że ów osobnik przebywa w pewnym środowisku, do którego może być lepiej lub gorzej przystosowany. “Celem” ewolucji jest stworzenie osobnika możliwie dobrze przystosowanego do danego środowiska. W przypadku algorytmów ewolucyjnych osobnikiem będzie przykładowe rozwiązanie zadania (punkt z przestrzeni stanów).

A1 0 0 0 0 0 0

Gene

A2 1 1 1 1 1 1

Chromosome

A3 1 0 1 0 1 1

A4 1 1 0 1 1 0

Population

Podstawowe pojęcia cz.2

- **Allel** - To wartość danego genu, określana jako wartość cechy lub jej wariant.
- **Locus** - To pozycja wskazująca miejsce położenia danego genu w łańcuchu, czyli w chromosomie.
- **Kodowanie rozwiązań** - Sposób zapisania dowolnego dopuszczalnego rozwiązania problemu w postaci genotypu osobnika (np. ciągu bitów). Kodowanie musi zapewniać jednoznaczność dekodowania - każdemu genotypowi (np. każdej kombinacji bitów) musi odpowiadać pewne rozwiązanie zadania, czyli punkt z przestrzeni stanów. Musimy też się postarać, by każde rozwiązanie dało się zapisać w postaci genotypu.
- **Funkcja przystosowania (fitness)** - Funkcja pozwalająca dla danego osobnika określić jego jakość (z punktu widzenia rozwiązywanego problemu). Zakładamy, że jej wartości są rzeczywiste nieujemne oraz że wyższa wartość funkcji oznacza zawsze, że dany osobnik jest lepszy. W przypadku ewolucji naturalnej odpowiednikiem takiej funkcji jest ogólna ocena przystosowania osobnika do danego środowiska. W praktyce funkcja ta jest zwykle niewielką modyfikacją funkcji celu rozwiązywanego problemu.

Podstawowe operacje

- **Selekcji** – Jednostek populacji, które spełniają dopasowanie wyznaczone przez funkcję celu
- **Reprodukcji** - Umożliwia powielenie jednostek populacji (ciągów) w stosunku zależnym od wyznaczonej dla nich wartości funkcji dopasowania; w taki sposób powstaje pula rodzicielska
- **Krzyżowanie**- To losowe dobranie jednostek populacji (ciągów) z puli rodzicielskiej w pary, a następnie ich krzyżowanie polegające na wymianie części informacji zawartej w ciągach rodzicielskich i utworzeniu potomstwa będącego kombinacją ciągów rodzicielskich
- **Mutacji** – W trakcie której dochodzi do losowej zmiany wartości elementu ciągu kodowego (kodu jednostki)

Ogólny schemat działania

Niech $P(t)$ oznacza populację w generacji t .

- 1. $t = 0$.
- 2. Wygeneruj i oceń początkową populację $P(t)$
- 3. Dopóki warunek stopu nie jest spełniony wykonuj:
 - 3.1. $t = t + 1$
 - 3.2. Wybierz $P(t)$ z $P(t - 1)$
 - 3.3. Zmień $P(t)$ stosując operator krzyżowania i mutacji
 - 3.4. Oceń $P(t)$.

Pseudokod

inicjuj $P^0 \leftarrow \{P_1^0, P_2^0 \dots P_\mu^0\}$

$t \leftarrow 0$

$H \leftarrow P^0$

while ! *stop*

for ($i \in 1:\lambda$)

if ($a < p_c$)

$O_i^t \leftarrow \text{mutation}(\text{crossover}(\text{select}(P^t, k)))$

else

$O_i^t \leftarrow \text{mutation}(\text{select}(P^t, 1))$

$H \leftarrow H \cup O^t$

$P^{t+1} \leftarrow \text{replacement}(P^t, O^t)$

$t \leftarrow t + 1$

a jest zmienną losową
rozłożoną jednostajnie w (0,1)

Przykład zastosowania

- W chromosomach przodków (rodziców) losowany jest punkt krzyżowania (locus), następnie operacja genetycznego krzyżowania, a na końcu mutacja w genach potomków (dzieci).

CHROMOSOMY PRZODKÓW (RODZICÓW)

ChR1 = [1011100101101010]

ChR2 = [0110001010011101]

WYBÓR PUNKTU KRZYŻOWANIA (LOCUS)

ChR1 = [10111001011 | 01010]

ChR2 = [01100010100 | 11101]

OPERACJA KRZYŻOWANIA

ChP1 = [10111001011 | 11101]

ChP2 = [01100010100 | 01010]

CHROMOSOMY POTOMKÓW (DZIECI)

ChP1 = [1011100101111101]

ChP2 = [0110001010001010]

MUTACJA W CHROMOSOMACH POTOMKÓW

ChP1 = [1010100101111101]

ChP2 = [0110001010001110]

Wady i zalety algorytmu

Zalety:

- Metoda jest uniwersalna. Zmieniamy tylko funkcję celu, aby zastosować algorytm do innych problemów,
- Możemy używać tych algorytmów również, gdy funkcja jest zaszumiona i występują w niej zakłócenia, tak samo gdy jest ona zmienna w czasie, ma wiele ekstremów lokalnych.
- Aby znaleźć rozwiązanie, nie musimy prawie nic wiedzieć o optymalizowanej funkcji. Funkcji celu może nawet w ogóle nie być: wystarczy umiejętność rozróżnienia, który punkt jest lepszy od drugiego.
- Metoda jest stosunkowo szybka: znalezienie rozwiązania często jest możliwe po przejrzaniu zaskakująco niewielkiej części przestrzeni stanów.
- Algorytmy te są zwykle randomizowane, zatem możemy powtarzać obliczenia w nadziei otrzymania lepszych wyników.

Wady:

- Metoda jest uniwersalna, więc nie tak skuteczna, jak bywają algorytmy specjalizowane,
- Metoda jest wolniejsza od prostych heurystyk (np. metody zachłannej), choć zwykle skuteczniejsza.
- Sukces jest możliwy wyłącznie przy prawidłowym zakodowaniu problemu oraz odpowiednim dobraniu funkcji celu.
- Algorytmy te są zwykle randomizowane, zatem nigdy nie mamy pewności, że udało nam się znaleźć rozwiązanie optymalne.

