

Specyfikacja Wstępna

Zmodyfikowany algorytm ewolucji różnicowej

Monika Żurkowska
Kacper Sarnacki

15 maja 2016

1 Wstęp

Ewolucja różnicowa jest stosunkowo nowym algorytmem optymalizacji numerycznej. Osobnikami są L -wymiarowe wektory liczb rzeczywistych, w których mutacja polega na perturbacji wybranego wektora o różnicę dwóch innych wektorów pomnożoną przez stały współczynnik.

Algorytm jest bardzo prosty i działa bardzo dobrze na typowych funkcjach testowych. Wymaga tylko trzech parametrów:

μ - rozmiar populacji
 F - odpowiedzialny za sterowanie mutacją
 c_r - sterujący krzyżowaniem

2 Pseudokod

```
 $P^0 = P_1^0, P_2^0, P_3^0 \dots P_\mu^0$   
 $t = 0$   
while !stop  
  for  $i \in 1 : \mu$   
     $P_j^t = \text{select}(P^t)$   
     $P_k^t, P_l^t = \text{sample}(P^t)$   
     $M_i^t = P_j^t + F(P_k^t - P_l^t)$   
     $O_i^t = \text{crossover}(P_i^t, M_i^t)$   
     $P_i^{t+1} = \text{tournament}(P_i^t, O_i^t)$   
   $t = t + 1$ 
```

3 Selekcja

Algorytm ewolucji różnicowej operuje na populacji μ osobników: P_1, P_2, \dots, P_μ , gdzie $P_i \in \mathbf{R}^L$. W każdej iteracji t , dla każdego osobnika P_i z populacji liczony jest osobnik P_j będący średnią wszystkich μ osobników populacji. Następnie wybierane są losowo osobniki P_k, P_l takie, że $i \neq l \neq k$.

4 Mutacja

Wynikiem mutacji jest nowy wektor M_i (zwany osobnikiem **mutantem**) otrzymany w następujący sposób:

$$M_i = P_j + F * (P_k - P_l) \quad (1)$$

gdzie $F \in [0, 1]$ jest stałym parametrem zwanym **współczynnikiem amplifikacji** (typowa wartość tego współczynnika wynosi $F = 0.5$). Operacja sumy oraz różnicy polega na dodaniu (odjęciu) odpowiadających sobie składowych wektorów dodawanych (odejmowanych).

5 Krzyżowanie

Wynikiem krzyżowania operującego na rodzicu P_i i mutancie M_i jest **osobnik próbny** O_i , który następnie w procesie sukcesji zostanie porównany z osobnikiem P_i . Każdy element $O_{i,j} (j = 1, 2, \dots, L)$, wektora O_i jest wyznaczany w następujący sposób:

$$O_{i,j} = \begin{cases} M_{i,j} & \text{jeżeli } rnd_j < c_r \text{ lub } j = d \\ P_{i,j} & \text{w przeciwnym przypadku} \end{cases} \quad (2)$$

gdzie rnd_j jest liczbą losową z przedziału $[0,1)$ losowaną niezależnie od każdego j . $c_r \in [0, 1]$ jest stałym parametrem algorytmu a d jest losowym numerem elementu wektora losowanego ze zbioru $1, 2, \dots, L$.

c_r oznacza prawdopodobieństwo przejścia elementu z wektora mutantu M_i do wektora próbnego O_i . Dla $c_r = 1$ wszystkie elementy wektora próbnego O_i pochodzą z mutantu M_i (analogicznie dla $c_r = 0$ wszystkimi, z wyjątkiem jednego - warunek $j = d$ - elementami wektora M_i będą elementy pochodzące od rodzica P_i). Operator krzyżowania "miesza" więc losowo elementy rodzica P_i i mutantu M_i dając w wyniku wektor próbny O_i .

Następnie dopasowanie osobnika próbnego O_i porównywane jest z osobnikiem rodzica P_i (funkcja *tournament*). Jeśli jest ono lepsze od rodzica, P_i zostaje zastąpione osobnikiem próbnym, w przeciwnym przypadku osobnik O_i zostaje odrzucony.

6 Testowanie

Powyższy algorytm będzie porównywany z klasycznym algorytmem genetycznym. Do porównania użyta zostanie wersja z selekcją losowego osobnika (DE/rand/1/bin) oraz najlepszego w populacji (DE/best/1/bin).

Testy zostaną przeprowadzone przy pomocy 28 funkcji benchmarka CEC-2013. Zostaną nim poddane klasyczne algorytmy ewolucji różnicowej oraz zmodyfikowana wersja uwzględniająca wybór średniej populacji w mutacji z kolejne 10, 30 i 50-wymiarowymi wektorami populacji. Każdy test zostanie przeprowadzony 21 razy (dla każdego wymiaru osobno). Następnie dla każdego algorytmu, dla każdej funkcji benchmarka zostanie obliczona tabela zawierająca: najlepsze, najgorsze, średnie oraz medianowe rozwiązanie a także odchylenie standardowe.

Algorytm zatrzyma się po odpowiedniej ilości iteracji - $10000 * D$, gdzie D jest wymiarem wektora (10, 30 i 50), bądź gdy wartość błędu spadnie poniżej 10^{-8} . Przestrzeń przeszukiwania dla każdego wymiaru znajdować się będzie w zakresie $[-100, 100]^D$. Pierwsza populacja generowana będzie losowo w przestrzeni przeszukiwania.

Oczekiwanym rezultatem testów jest najlepszy wynik dla algorytmu klasycznego z selekcją najlepszego elementu populacji. Gorszym powinien okazać się algorytm z wyborem elementu średniego, a najgorszy z wyborem elementu losowego.