

Krzysztof Terlecki 318454

Politechnika Warszawska

Wprowadzenie do sztucznej inteligencji - ćwiczenie 2

31 marca 2023

1. Wstęp

1.1. Zadanie

Zaimplementować klasyczny algorytm ewolucyjny bez krzyżowania z selekcją turniejową i sukcesją elitarną. Dostępny budżet to 10000 ewaluacji funkcji celu. Optymalizujemy funkcje numer 4 i 5 z CEC 2017 w 10 wymiarach. Ograniczenia kostkowe przestrzeni to -100, 100.

1.2. Opis algorytmów

Zaimplementowałem dwa algorytmy ewolucyjne bez krzyżowania z selekcją turniejową i sukcesją elitarną, co oznacza, że w każdej iteracji ewolucji z populacji zostaje tylko elita najoptymalniejszych osobników i to ona rozmnaża się (bez krzyżowania, źródłem zmienności genetycznej są mutacje). Umożliwiona jest manipulacja parametrami: prawdopodobieństwem mutacji, rozmiar populacji, rozmiar elity. Algorytmy mogą optymalizować funkcje: cec2017 f4 i cec2017 f5 (w 10 wymiarach). Algorytmy różnią się tym, jak rozumiana jest mutacja genomu. W algorytmie 1, jedna mutacja jest równoważna podmienieniu jednego z 10 argumentów funkcji na inny losowy. W algorytmie 2, jedna mutacja jest równoważna zmianie jednego z 10 argumentów funkcji w zakresie losowym $(-5, +5)$.

2. Badanie algorytmów

We wszystkich poniższych przypadkach podaję uśrednione wartości z 25 prób:

2.1. Badanie siły mutacji

W tym badaniu porównamy algorytm 1 z algorytmem 2 pod kątem najlepszego osobnika znalezionej w trakcie ewolucji. W algorytmie 1 mutacja jest mocniejsza niż w algorytmie 2, co opisano wyżej. Przeprowadziłem szereg testów porównujących oba algorytmy na funkcji f4.

Najlepsza znaleziona konfiguracja, dająca najniższą średnią dla algorytmu 2 to: rozmiar populacji=1000, liczba kroków ewolucji=10, rozmiar elity=50, pM=50%. Dla tej konfiguracji otrzymujemy średnią ocenę najlepszego osobnika 807,29.

Z kolei dla algorytmu 1 najlepsza konfiguracja to: rozmiar populacji=1000, liczba kroków ewolucji=10, rozmiar elity=10, pM=60. otrzymana wartość średnia: 761,64.

Dla innej konfiguracji danych w zakresie: pM od 5% do 50%, rozmiar elity od 10% populacji do 70% populacji, rozmiaru populacji: 10, 100, 1000 (ilość kroków ewolucji odpowiednio malała), w większości przypadków algorytm 1 radził sobie lepiej, lub nawet zdecydowanie lepiej.

2.1.1. Wnioski

W obu przypadkach lepszym podejściem niż długa, powolna ewolucja małej grupy osobników, jest postawienie na ilość i szybkość, dynamiczna ewolucja dużej grupy. Dynamizm tego podejścia polega na ogromnym wpływie doboru naturalnego (bardzo mała elita). Ta elita ma jednak bardzo dużo potomstwa (bo rozmiar populacji jest

stały). Zmienność genetyczną uzyskuje się poprzez bardzo duży współczynnik mutacji i większą siłę mutacji (algorytm 1 radził sobie lepiej niż algorytm 2).

2.2. Badanie wpływu liczby osobników

Zastosujemy algorytm 1 dla funkcji f4. Parametry to: pM=50%, liczba kroków ewolucji=100, $elita = \frac{1}{2} \cdot \text{liczba osobnikow}$.

2.3. Wyniki

Liczba osobników	10	100	200
Średnia	1457,28	817,72	793,02
Odchylenie standardowe	499,06	138,37	132,13
Najwięcej	2468,33	1187,33	1132,68
Najmniej	742,440	585,29	540,78

2.4. Wnioski

Widać, że większa liczba osobników pozytywnie wpływa na osiągnięcia algorytmu. Wpływ na to na fakt, że więcej osobników oznacza więcej genów populacji, a więc i większą różnorodność genetyczną. Większa ilość osobników, przez zwiększenie ilości losowań, zwiększa też szansę na trafienie korzystnych mutacji.

2.5. Badanie wpływu wielkości elity

2.5.1. Test 1

Zastosujemy algorytm 1 dla funkcji f4. Parametry to: pM=50%, liczba kroków ewolucji=10, rozmiar populacji=100.

2.5.2. Wyniki 1

Rozmiar Elity	1	30	50	80
Średnia	1389,70	1359,09	1158,12	1558,95
Odchylenie standardowe	413,85	374,15	329,31	432,24
Najwięcej	2516,04	2185,01	1792,87	2247,71
Najmniej	736,93	764,32	641,60	720,70

2.5.3. Test 2

Teraz algorytm 1 dla funkcji f4. Parametry to: pM=10%, liczba kroków ewolucji=10, rozmiar populacji=100.

2.5.4. Wyniki 2

Rozmiar Elity	1	30	50	80
Średnia	1669,85	1659,98	1587,04	1933,97
Odchylenie standardowe	522,72	485,95	414,65	745,51
Najwięcej	2713,81	2429,20	2459,14	4106,74
Najmniej	820,31	791,09	851,35	921,06

2.6. Wnioski

Jak wynika z doświadczeń, wpływ rozmiaru elity na jakość algorytmu nie jest taki oczywisty jak w przypadku poprzednich czynników. Można wnioskować, że ten wpływ zależy od tego jak dobrane są pozostałe parametry. Szczególną uwagę należy zwrócić na związek rozmiaru elity i prawdopodobieństwa mutacji. Kiedy elita jest mała i zmienność jest mała, w kolejnych pokoleniach zanika różnorodność genetyczna, co negatywnie odbija

się na jakości algorytmu. Kiedy elita jest zbyt duża, selekcja naturalna jest za słaba i nie są eliminowane mało optymalne osobniki i geny, co również negatywnie wpływa na jakość algorytmu. Stąd wniosek, że kluczowe jest dobranie elity w zależności od sytuacji i innych parametrów.