

Wstęp do sztucznej inteligencji

Algorytmy ewolucyjne i genetyczne

Jakub Robaczewski

Implementacja:

Algorytm został zaimplementowany jako funkcja `evolve()`, która przyjmuje wszystkie parametry potrzebne do działania: odchylenie i średnią punktu początkowego, budżet, odchylenie standardowe mutacji, ilość osobników elitarnych, rozmiar turnieju, funkcję celu oraz ziarno.

Algorytm:

Algorytm rozpoczyna swoje działanie od utworzenia populacji początkowej jako n punktów z podanego rozkładu normalnego, następnie algorytm ocenia powstałe punkty i wybiera k elitarnych osobników. Następnie przygotowuje $n-k$ turniejów i wybiera w nich najlepszych osobników, które następnie mutują zgodnie z odchyleniem standardowym mutacji. Następnie tworzone jest nowe pokolenie składającej się z k elitarnych osobników i $n-k$ zmutowanych osobników wybranych w turniejach. Nowe pokolenie jest następnie oceniane, a algorytm wykonuje następną iterację. Ostatnim elementem algorytmu jest zapis danych do pliku.

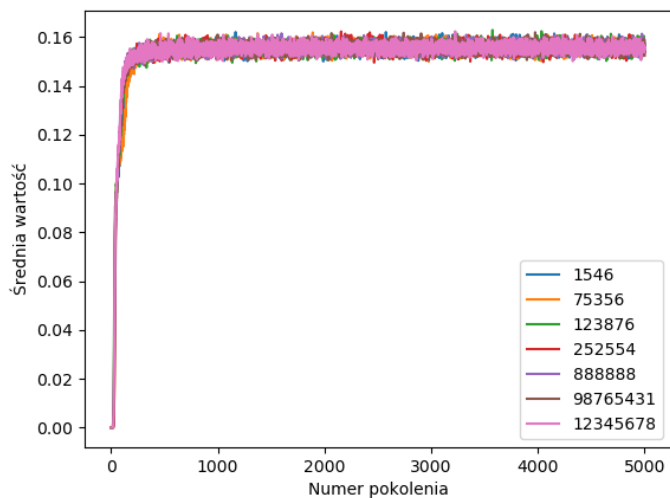
Wzór 1: $f(x) = \varphi(x, \mu_1, \Sigma_1) + \varphi(x, \mu_2, \Sigma_2) + \varphi(x, \mu_3, \Sigma_3)$

Pierwszym problemem, który musiałem rozwiązać było znalezienie odpowiednich parametrów, dla których algorytm znajduje maksimum globalne. Zauważyłem, że kluczem do osiągnięcia wysokiej średniej jest bardzo duża liczba osobników elitarnych, które nie podlegają mutacji. Zastosowałem więc takie wartości, by jedynie 20% osobników podlegało mutacji. Następnie dobrałem odpowiednią wartość mutacji tak, by średnia wartość przekraczała podany próg.

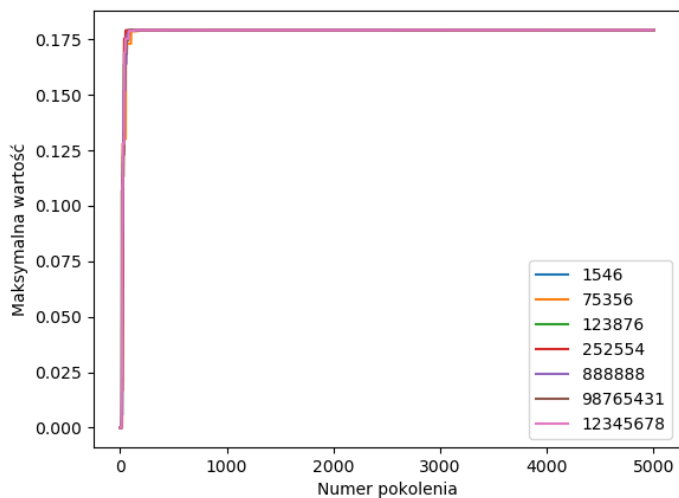
Parametry początkowe:

- Rozmiar populacji: 200
- Odchylenie standardowe mutacji: 1.3
- Wielkość elity: 160
- Rozmiar turnieju: 2

Zależność średniej wartości pokolenia od numeru pokolenia



Zależność maksymalnej wartości pokolenia od numeru pokolenia

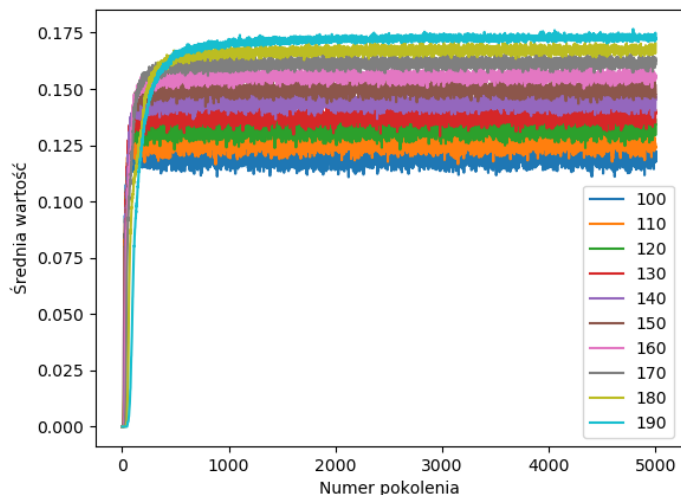


Ziarno	12345678	98765431	75356	1546	123876	252554	888888
Średnia wartość	0.1548	0.1523	0.1568	0.1565	0.1572	0.1553	0.1585

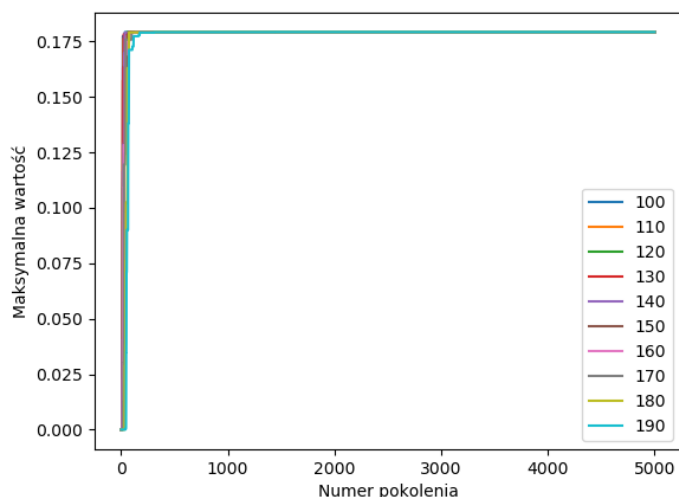
Badania wpływu liczby populacji elitarnej:

Badania wpływu wielkości populacji elitarnej przeprowadziłem tylko dla jednego ziarna, ponieważ wpływ różnych ziaren na wyniki doświadczeń jest znikomy w porównaniu do wpływu badanego parametru, co można zaobserwować na powyższych wykresach.

Zależność średniej wartości pokolenia od numeru pokolenia



Zależność maksymalnej wartości pokolenia od numeru pokolenia



Porównanie wartości średniej dla ziarna 12345678, populacji 200 i różnych populacji elitarnej					
	100	120	140	160	180
1	9.61e-27	9.61e-27	9.61e-27	9.61e-27	9.61e-27
2	5.49e-20	1.85e-23	3.66e-22	4.72e-25	1.52e-22
3	6.09e-20	3.88e-20	1.01e-21	8.08e-25	1.70e-22
4	2.50e-17	1.41e-17	5.87e-18	1.33e-22	1.70e-22
5	1.39e-15	1.02e-14	4.58e-14	2.01e-14	4.42e-21
10	0.00012	1.47e-05	0.0002	2.68e-11	8.11e-16
100	0.115	0.131	0.138	0.138	0.103
500	0.114	0.133	0.141	0.156	0.162
1000	0.117	0.136	0.144	0.156	0.167
2000	0.122	0.127	0.142	0.155	0.167
3000	0.118	0.131	0.145	0.155	0.169
4000	0.120	0.129	0.144	0.156	0.168
5000	0.122	0.136	0.145	0.155	0.170

Porównanie wartości maksymalnej dla ziarna 12345678, populacji 200 i różnych populacji elitarnej					
	100	120	140	160	180
1	1.53e-24	1.53e-24	1.53e-24	1.53e-24	1.53e-24
2	1.09e-17	3.28e-21	7.12e-20	6.74e-23	3.03e-20
3	1.09e-17	5.83e-18	9.58e-20	6.74e-23	3.03e-20
4	3.78e-15	1.95e-15	1.04e-15	2.63e-20	3.03e-20
5	2.01e-13	2.02e-12	9.16e-12	4.01e-12	8.49e-19
10	0.0125	0.003	0.040	5.22e-09	1.61e-13
100	0.1792	0.1792	0.1792	0.1789	0.1791
500	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792
1000	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792
2000	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792
3000	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792
4000	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792
5000	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792	0.1792

Wnioski:

Liczba populacji elitarnej wpływa na uzyskiwaną średnią pokolenia oraz szybkość dochodzenia do wartości końcowych. Gdy populacja elitarna jest mała, algorytm szybciej znajduje maksimum, ale jego średnia wartość jest niska w porównaniu do maksymalnej. Wraz ze wzrostem populacji rośnie czas znajdowania maksimum, ale również średnia wartość. Zwiększa się także szansa na odnalezienie poprawnego maksimum (globalnego).

$$\text{Wzór 2: } f(x) = -20\exp[-0.2\sqrt{0.5x^T x}] - \exp[0.5(\cos(2\pi x_1) + \cos(2\pi x_2))] + e + 20$$

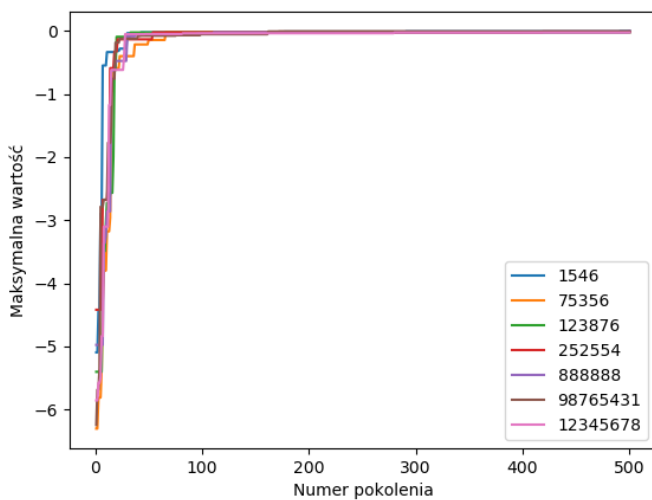
Musimy zminimalizować funkcję $f(x)$ co można łatwo odnieść do analogicznego problemu maksymalizacji funkcji $-f(x)$. Dzięki temu możemy do tego wykorzystać dokładnie ten sam algorytm, co w poprzednim punkcie zadania. Dlatego poniższe wykresy i tablice dotyczą funkcji $-f(x)$, a nie $f(x)$. W takim przypadku średnia wartość funkcji musi być większa niż -1.

Wykorzystałem parametry początkowe z poprzedniego podpunktu, jednak zmodyfikowałem odchylenie standardowe mutacji.

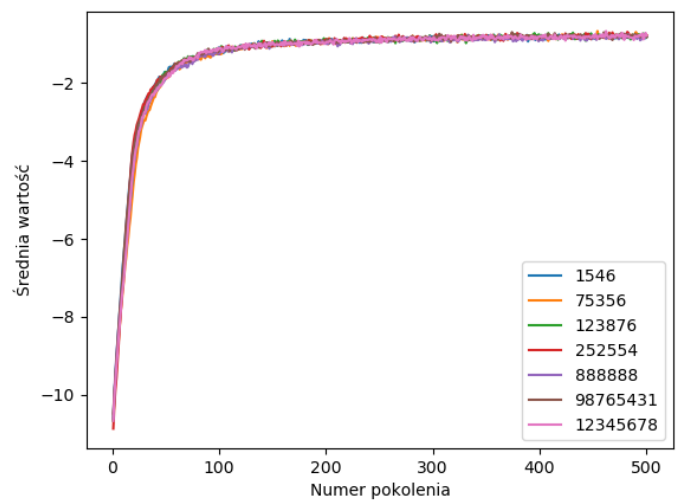
Parametry początkowe:

- Rozmiar populacji: 200
- Odchylenie standardowe mutacji: 0.5
- Wielkość elity: 160
- Rozmiar turnieju: 2

Zależność maksymalnej wartości pokolenia od numeru pokolenia



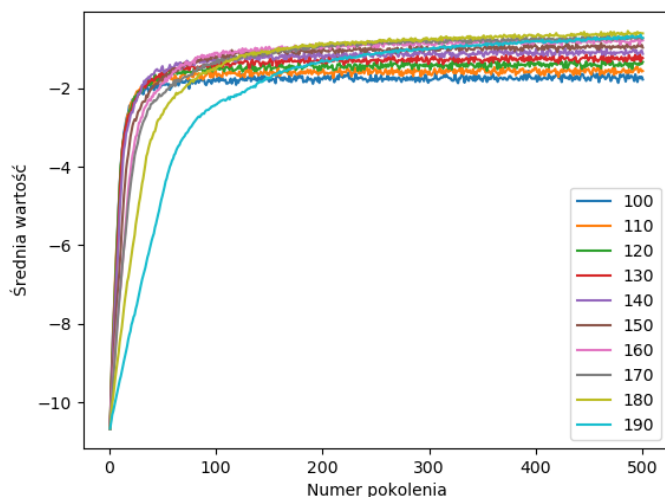
Zależność średniej wartości pokolenia od numeru pokolenia



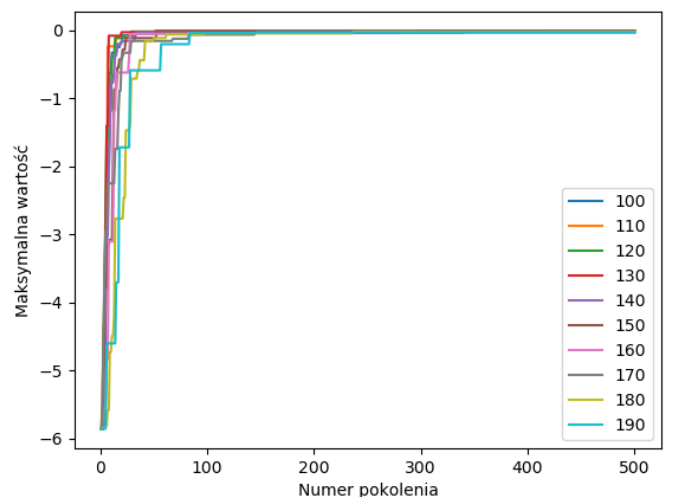
Ziarno	12345678	98765431	75356	1546	123876	252554	888888
Średnia wartość	-0.78	-0.82	-0.78	-0.80	-0.83	-0.77	-0.80

Badania wpływu liczby populacji elitarniej:

Zależność średniej wartości pokolenia od numeru pokolenia



Zależność maksymalnej wartości pokolenia od numeru pokolenia



Porównanie wartości średniej dla ziarna 12345678, populacji 200 i różnych populacji elitarniej					
	100	120	140	160	180
1	-10.671	-10.671	-10.671	-10.671	-10.671
2	-9.600	-9.617	-9.857	-10.062	-10.315
3	-8.680	-8.984	-9.217	-9.638	-10.040
4	-8.005	-8.251	-8.591	-9.248	-9.840
5	-7.493	-7.498	-7.960	-8.927	-9.587
10	-4.441	-4.483	-5.120	-7.235	-8.459
100	-1.819	-1.475	-1.306	-1.126	-1.512
200	-1.781	-1.391	-1.221	-0.948	-0.859
300	-1.785	-1.383	-1.062	-0.856	-0.776
400	-1.681	-1.397	-0.994	-0.784	-0.683
500	-1.778	-1.332	-1.124	-0.782	-0.603

Porównanie wartości maksymalnej dla ziarna 12345678, populacji 200 i różnych populacji elitarniej					
	100	120	140	160	180
1	-5.857	-5.857	-5.857	-5.857	-5.85728503
2	-5.857	-5.655	-5.857	-5.857	-5.85728503
3	-5.857	-4.561	-5.857	-5.580	-5.84893794
4	-5.656	-3.753	-5.177	-5.580	-5.84893794
5	-4.276	-2.611	-3.268	-5.496	-5.81361519
10	-0.622	-1.181	-0.767	-3.103	-4.73123225
100	-0.030	-0.016	-0.029	-0.039	-0.041
200	-0.021	-0.016	-0.020	-0.039	-0.041
300	-0.019	-0.016	-0.020	-0.028	-0.041
400	-0.018	-0.016	-0.020	-0.028	-0.041
500	-0.018	-0.014	-0.020	-0.028	-0.041

Wnioski:

Dane zebrane dla funkcji 2 są podobne do funkcji 1, ale z powodu mniejszego budżetu wykresy są dużo bardziej wyraźne. Przy populacji elitarniej 190 osobników algorytm osiąga średnią -2 dopiero około 120 iteracji, a przy populacji elitarniej 100, około 50. Dodatkowo wyraźniej widać tu też różnice w osiągniętej wartości maksymalnej: próba z najmniejszą liczbą osobników elitarnych jest dokładniejsza i bardziej podatna na drobne zmiany, w odróżnieniu od próby z 190 osobnikami, dla której wartości zmieniają się bardzo skokowo.