

WSI - ćwiczenie 2.

Przeszukiwanie przestrzeni

grupa 101

Wykonał: Adrian Pruszyński

1. Treść Zadania

W ramach drugiego ćwiczenia należy zaimplementować metodę realizującą algorytm genetyczny w wersji Hollanda dla wektorów binarnych. Następnie należy zbadać działanie zaimplementowanego algorytmu na problemie znalezienia wektora 6 liczb całkowitych z zakresu $[-4, 3]$ maksymalizujących funkcję f :

$$f(x) = -\frac{\sum_{i=1}^6 (x_i^4 - 16x_i^2 + 5x_i)}{2}$$

Ostatnia cyfra numeru indeksu	Parametr
0, 2, 4, 6, 8	Rozmiar populacji
1, 3, 5, 7, 9	Prawdopodobieństwo mutacji

Należy w szczególności zbadać wpływ parametru określonego w tabeli na działanie algorytmu.

2. Założenia

Implementacja algorytmu zawiera ocenę przystosowania opartą na funkcji celu z zabezpieczeniem by ocena nie mogła być ujemna. Takie rozwiązanie przyjęto ze względu na przyjęcie reprodukcji proporcjonalnej (ruletkowej). Celem jego było uniknięcie ujemnych wartości prawdopodobieństw.

Populacja wybierana jest losowo ze zbioru dopuszczalnych rozwiązań.

Dla badań przyjęto:

- Liczbę kroków algorytmu równą 10 000.

3. Prezentacja wyników badań

W celu zbadania algorytmu przeprowadzono kilka serii pomiarów.

Tabela 1 Wpływ parametrów na czas przebiegu algorytmu

steps	population_size	mutation_probability	crossover_probability	bests_score	best_individual	Time[s]
10000	200	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	116,01
10000	200	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	109,33
10000	200	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	109,26
10000	200	0,1	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	107,45
10000	200	0,1	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	107,43
10000	200	0,1	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	107,42
10000	200	0,1	0,1	224	[-2 -3 -3 -3 -3]	105,52
10000	200	0,1	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	105,46
10000	200	0,1	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	105,21
10000	200	0,1	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	104,27
10000	200	0,1	0,01	224	[-3 -2 -3 -3 -3]	104,61
10000	200	0,1	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	106,14
10000	200	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	106,08
10000	200	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	106,15
10000	200	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	103,41
10000	200	0,01	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3]	101,14

Tabela 2 Wpływ wielkości populacji oraz prawdopodobieństwa mutacji na czas przebiegu algorytmu

steps	population_size	mutation_probability	crossover_probability	bests_score	best_individual	Time[s]
10000	5	0,01	0,1	219	[-3 -3 -3 -3 3 -3]	2,58
10000	5	0,01	0,1	209	[-3 -3 -3 -2 -3 3]	2,48

10000	5	0,01	0,1	214	[-3 -3 -2 -3 -3 -2]	2,46
10000	5	0,001	0,1	204	[-3 3 -3 3 -3 -3]	2,45
10000	5	0,001	0,1	194	[-3 -3 3 -2 3 -3]	2,38
10000	5	0,001	0,1	209	[-3 -3 -3 3 -2 -3]	2,5
10000	5	0,0001	0,1	194	[3 3 -3 -3 -2 -3]	2,52
10000	5	0,0001	0,1	204	[-3 3 -3 3 -3 -3]	2,53
10000	5	0,0001	0,1	154	[-3 3 3 3 3 2]	2,48
10000	10	0,01	0,1	209	[-3 -3 -2 -3 -3 3]	4,1
10000	10	0,01	0,1	224	[-3 -2 -3 -3 -3 -3]	4,05
10000	10	0,01	0,1	224	[-3 -3 -2 -3 -3 -3]	4,13
10000	10	0,001	0,1	204	[-3 3 -3 3 -3 -3]	4,15
10000	10	0,001	0,1	189	[3 -3 -3 3 3 -3]	3,91
10000	10	0,001	0,1	224	[-3 -3 -3 -2 -3 -3]	3,95
10000	10	0,0001	0,1	194	[-3 -3 -2 3 3 -3]	4,16
10000	10	0,0001	0,1	184	[3 3 -3 -2 -2 -3]	4,03
10000	10	0,0001	0,1	204	[-3 -3 3 -3 -3 3]	4,16
10000	50	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,32
10000	50	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,2
10000	50	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,17
10000	50	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,38
10000	50	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	18,73
10000	50	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,37
10000	50	0,0001	0,1	224	[-3 -3 -3 -3 -2 -3]	18,68
10000	50	0,0001	0,1	209	[-2 -3 3 -3 -3 -3]	19,15
10000	50	0,0001	0,1	214	[-3 -3 -2 -3 -3 -2]	19,13
10000	100	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	42,02
10000	100	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	42,68
10000	100	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	55,62
10000	100	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	52,7
10000	100	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	54,89
10000	100	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	43,07
10000	100	0,0001	0,1	219	[-3 -3 -3 -3 3 -3]	41,24
10000	100	0,0001	0,1	224	[-3 -2 -3 -3 -3 -3]	41,38
10000	100	0,0001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	41,46
10000	500	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	391,91
10000	500	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	385,91
10000	500	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	400,71
10000	500	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	396,71
10000	500	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	397,82
10000	500	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	399,06
10000	500	0,0001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	403,6
10000	500	0,0001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	400,19
10000	500	0,0001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	394,85

Tabela 3 Wyniki oraz czas pracy algorytmu dla różnych kombinacji parametrów

steps	population_size	mutation_probability	crossover_probability	bests_score	best_individual	Time[s]
10000	200	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	109,99
10000	200	0,1	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	110,48
10000	200	0,1	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	105,87
10000	200	0,1	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	104,81
10000	200	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	102,79
10000	200	0,01	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	100,7
10000	200	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	97,6
10000	200	0,01	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	95,57
10000	200	0,001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	101,28
10000	200	0,001	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	100,27
10000	200	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	101,37
10000	200	0,001	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	100,03
10000	200	0,0001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	106,11
10000	200	0,0001	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	105,75
10000	200	0,0001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	102,77
10000	200	0,0001	0,01	214	[-3 -3 -2 -3 -2 -3]	99,72
10000	100	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	46,74
10000	100	0,1	0,5	224	[-3 -3 -3 -2 -3 -3]	46,46
10000	100	0,1	0,1	224	[-3 -3 -2 -3 -3 -3]	44,52
10000	100	0,1	0,01	224	[-2 -3 -3 -3 -3 -3]	44,17
10000	100	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	43,72
10000	100	0,01	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	42,64
10000	100	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	41,88
10000	100	0,01	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	41,4
10000	100	0,001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	44,71
10000	100	0,001	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	43,65
10000	100	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	41,63
10000	100	0,001	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	40,53
10000	100	0,0001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	44,64
10000	100	0,0001	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	43,28
10000	100	0,0001	0,1	219	[3 -3 -3 -3 -3 -3]	40,36
10000	100	0,0001	0,01	214	[-3 -2 -2 -3 -3 -3]	40,98
10000	50	0,1	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	22,25
10000	50	0,1	0,5	224	[-2 -3 -3 -3 -3 -3]	21,03
10000	50	0,1	0,1	224	[-3 -3 -3 -2 -3 -3]	21,17
10000	50	0,1	0,01	219	[-3 -3 -3 -3 -3 3]	20,52
10000	50	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	20,16
10000	50	0,01	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,62
10000	50	0,01	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	18,71
10000	50	0,01	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,09

10000	50	0,001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	20,27
10000	50	0,001	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,63
10000	50	0,001	0,1	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	19,28
10000	50	0,001	0,01	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	18,48
10000	50	0,0001	0,9	219	[-3 -3 -3 3 -3 -3]	19,61
10000	50	0,0001	0,5	224	[-3 -3 -2 -3 -3 -3]	19,92
10000	50	0,0001	0,1	214	[-3 -3 -2 -3 -2 -3]	18,31
10000	50	0,0001	0,01	199	[-3 -2 3 -3 -2 -3]	17,97
10000	10	0,1	0,9	224	[-3 -3 -2 -3 -3 -3]	4,82
10000	10	0,1	0,5	219	[-3 3 -3 -3 -3 -3]	4,81
10000	10	0,1	0,1	219	[-3 -3 -3 3 -3 -3]	4,77
10000	10	0,1	0,01	219	[-3 -3 -3 -3 3 -3]	4,5
10000	10	0,01	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	4,47
10000	10	0,01	0,5	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	4,38
10000	10	0,01	0,1	214	[-3 -3 -3 2 -3 -3]	4,14
10000	10	0,01	0,01	219	[3 -3 -3 -3 -3 -3]	4,1
10000	10	0,001	0,9	234	[-3 -3 -3 -3 -3 -3]	4,27
10000	10	0,001	0,5	214	[-3 -3 -3 -2 -2 -3]	4,34
10000	10	0,001	0,1	209	[-3 3 -3 -3 -3 -2]	4,03
10000	10	0,001	0,01	204	[3 3 -3 -3 -3 -3]	4,04
10000	10	0,0001	0,9	170	[-3, -2, -2, 1, -3, -2]	4,17
10000	10	0,0001	0,5	209	[-3 3 -3 -2 -3 -3]	4,29
10000	10	0,0001	0,1	209	[-3 -3 3 -3 -3 -2]	4,19
10000	10	0,0001	0,01	184	[-3 3 3 -2 -2 -3]	4,11
10000	5	0,1	0,9	204	[-3 3 -3 3 -3 -3]	3,08
10000	5	0,1	0,5	219	[3 -3 -3 -3 -3 -3]	2,97
10000	5	0,1	0,1	219	[-3 -3 -3 -3 -3 3]	2,88
10000	5	0,1	0,01	209	[-3 3 -2 -3 -3 -3]	2,82
10000	5	0,01	0,9	219	[3 -3 -3 -3 -3 -3]	2,64
10000	5	0,01	0,5	209	[-3 -3 -2 -3 3 -3]	2,66
10000	5	0,01	0,1	209	[3 -3 -3 -3 -2 -3]	2,53
10000	5	0,01	0,01	209	[-2 -3 -3 -3 3 -3]	2,54
10000	5	0,001	0,9	209	[3 -3 -2 -3 -3 -3]	2,64
10000	5	0,001	0,5	189	[3 -3 3 3 -3 -3]	2,48
10000	5	0,001	0,1	219	[3 -3 -3 -3 -3 -3]	2,51
10000	5	0,001	0,01	189	[-3 3 -3 -3 3 3]	2,43
10000	5	0,0001	0,9	170	[2 -3 -3 3 -3 -4]	2,64
10000	5	0,0001	0,5	194	[-3 -3 -2 -3 3 3]	2,63
10000	5	0,0001	0,1	184	[3 3 -3 -3 -3 2]	2,46
10000	5	0,0001	0,01	194	[-3 -3 -3 -2 3 3]	2,51

1. Analiza wyników badań

Przyglądając się tabeli 1 możemy zauważyć, że pomimo dość dużej populacji wpływ pozostałych parametrów na czas wykonania algorytmu jest niewielki.

W tabeli 2 widać, że dla bardzo małych wartości prawdopodobieństwa mutacji algorytm osiąga gorsze wyniki, niż w przypadku większych wartości tego parametru. Co przedstawia rysunek 1 na którym najlepszy znaleziony osobnik ma wartość funkcji równą 209, gdzie dla większych wartości parametru prawdopodobieństwa mutacji wartość ta była równa wartości 234 dla tej samej wielkości populacji oraz prawdopodobieństwa krzyżowania.

Rysunek 1

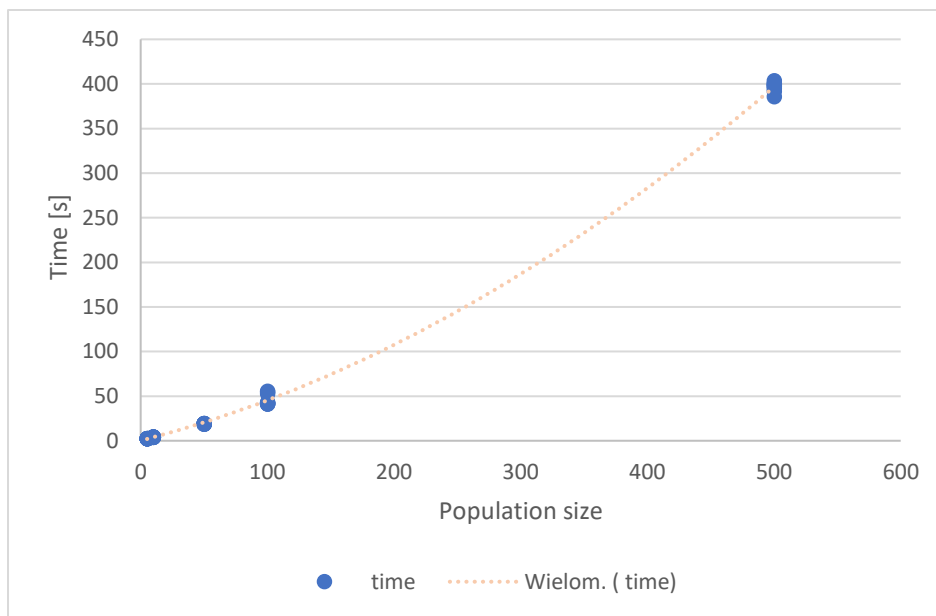


Tabela 4 Wartości średnie czasu wykonywania algorytmu dla wartości prawdopodobieństwa mutacji oraz wielkości populacji

population	Mutation probability	Average time for mutation probability	standard deviation time for mutation probability	Average time for population	standard deviation time for population
5	0,01	2,51	0,06		
5	0,001	2,44	0,06		
5	0,0001	2,51	0,03	2,486666667	0,056347138
10	0,01	4,09	0,04		
10	0,001	4,00	0,13		
10	0,0001	4,12	0,08	4,071111111	0,092930679
50	0,01	19,23	0,08		
50	0,001	19,16	0,37		
50	0,0001	18,99	0,27	19,12555556	0,25627676
100	0,01	46,77	7,67		
100	0,001	50,22	6,29		
100	0,0001	41,36	0,11	46,11777778	6,288908446
500	0,01	392,84	7,44		
500	0,001	397,86	1,18		
500	0,0001	399,55	4,41	396,7511111	5,308736772

Ponadto pokazuje ona, że wielkość populacji ma duży wpływ na czas wykonywania algorytmu. Aby lepiej to pokazać stworzona została **tabela 4**. Jak widać wartości średnie czasu dla prawdopodobieństw mutacji są zbliżone dla wartości średnich czasu w przedziałach wielkości populacji to samo dotyczy odchyłeń standardowych czasu. Wartości te wyraźnym zmianą ulegają jedynie przy zmianach wielkości populacji.

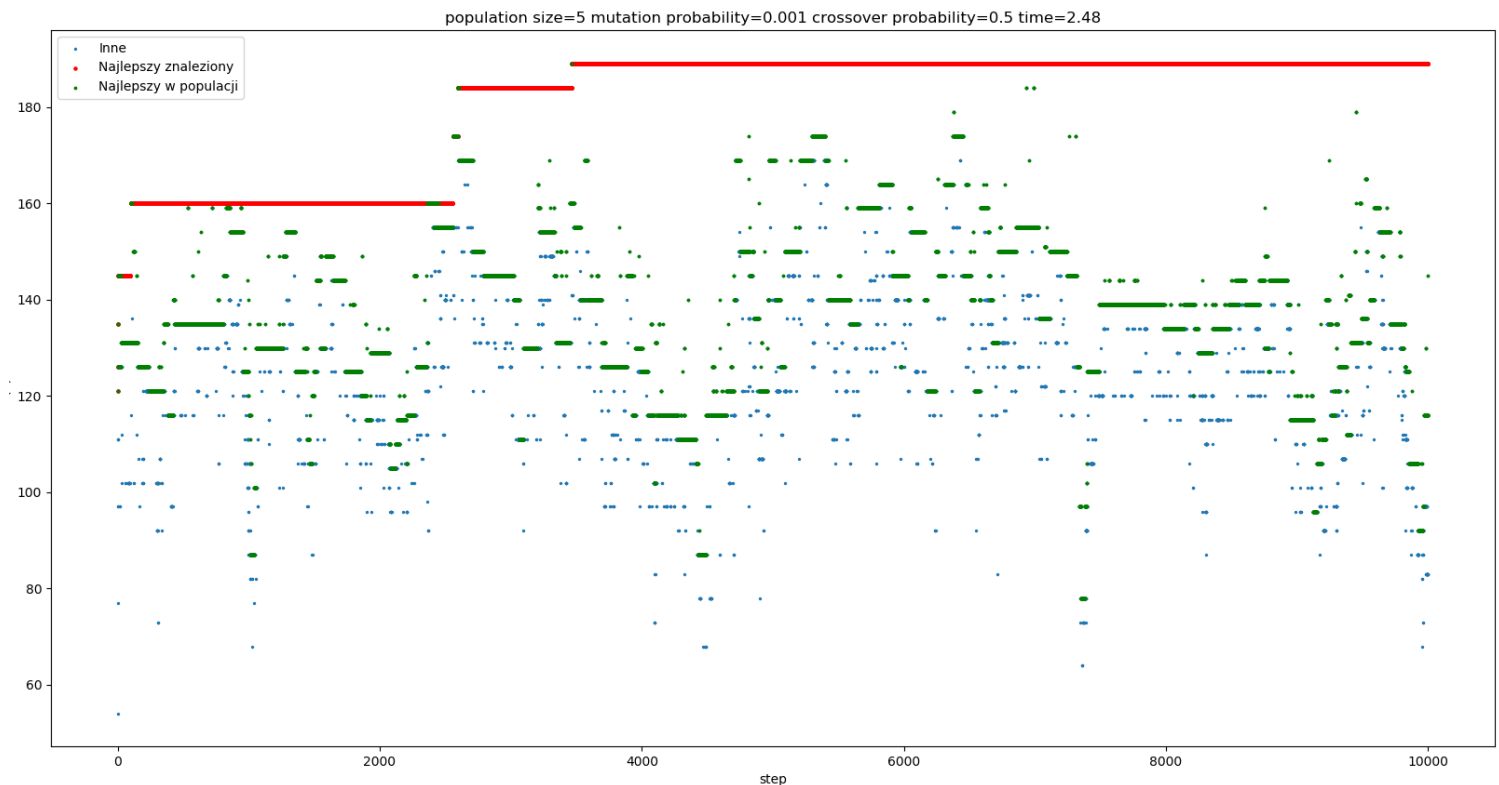
Rysunek 2 Wykres zależności wielkości populacji od czasu przetwarzania



Rysunek 2. Pokazuje, że czas trwania algorytmu jest silnie zależny od wielkości populacji. Dla zebranych wartości wielomian stopnia 2-giego dość dobrze obrazuje trend.

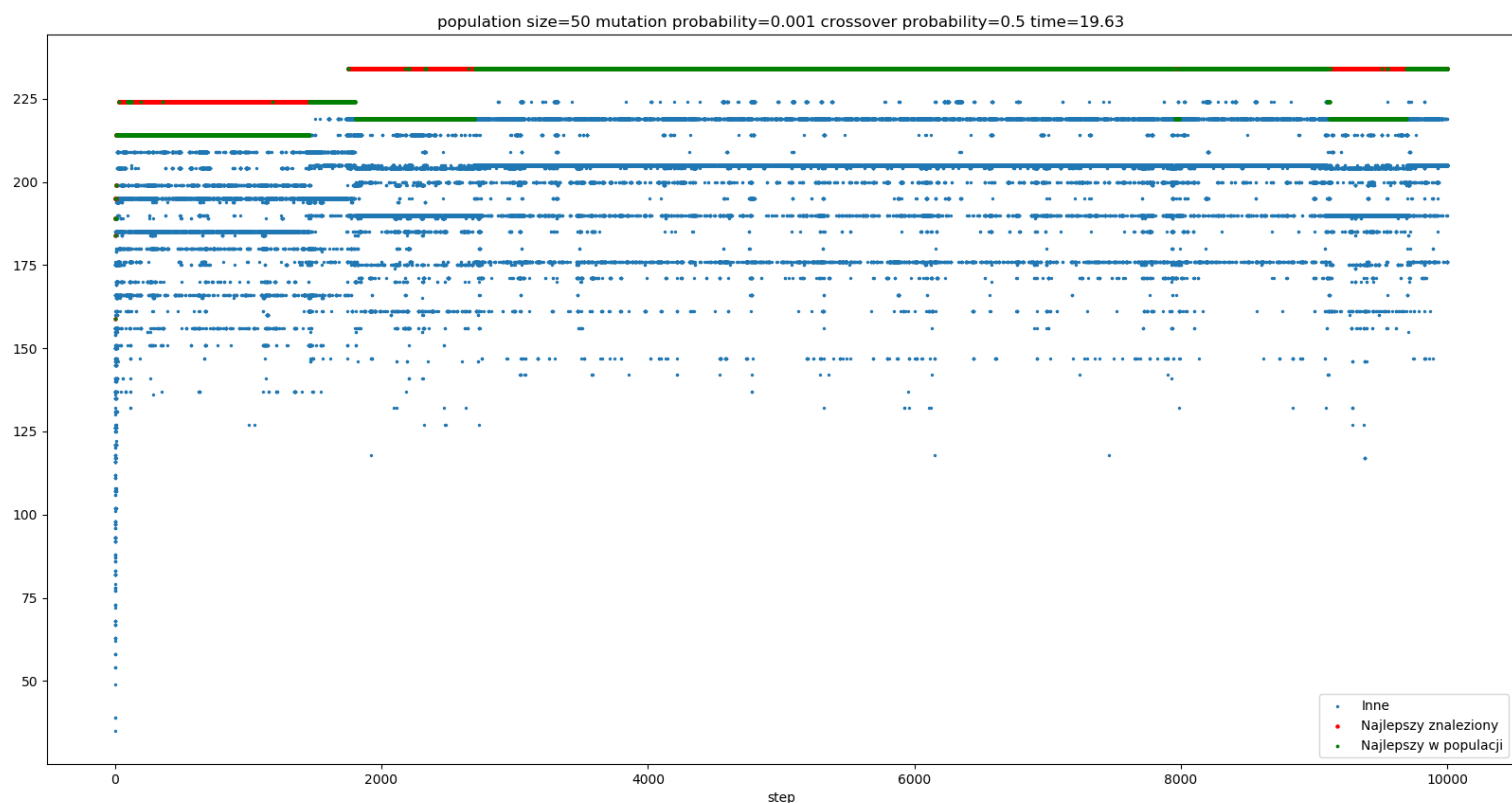
W tabeli 3 jasno widać, że dla zbyt małych populacji nie osiągamy tak dobrych rezultatów jak w przypadku większych populacji (rysunek 3) niezależnie od wartości innych parametrów.

Rysunek 3

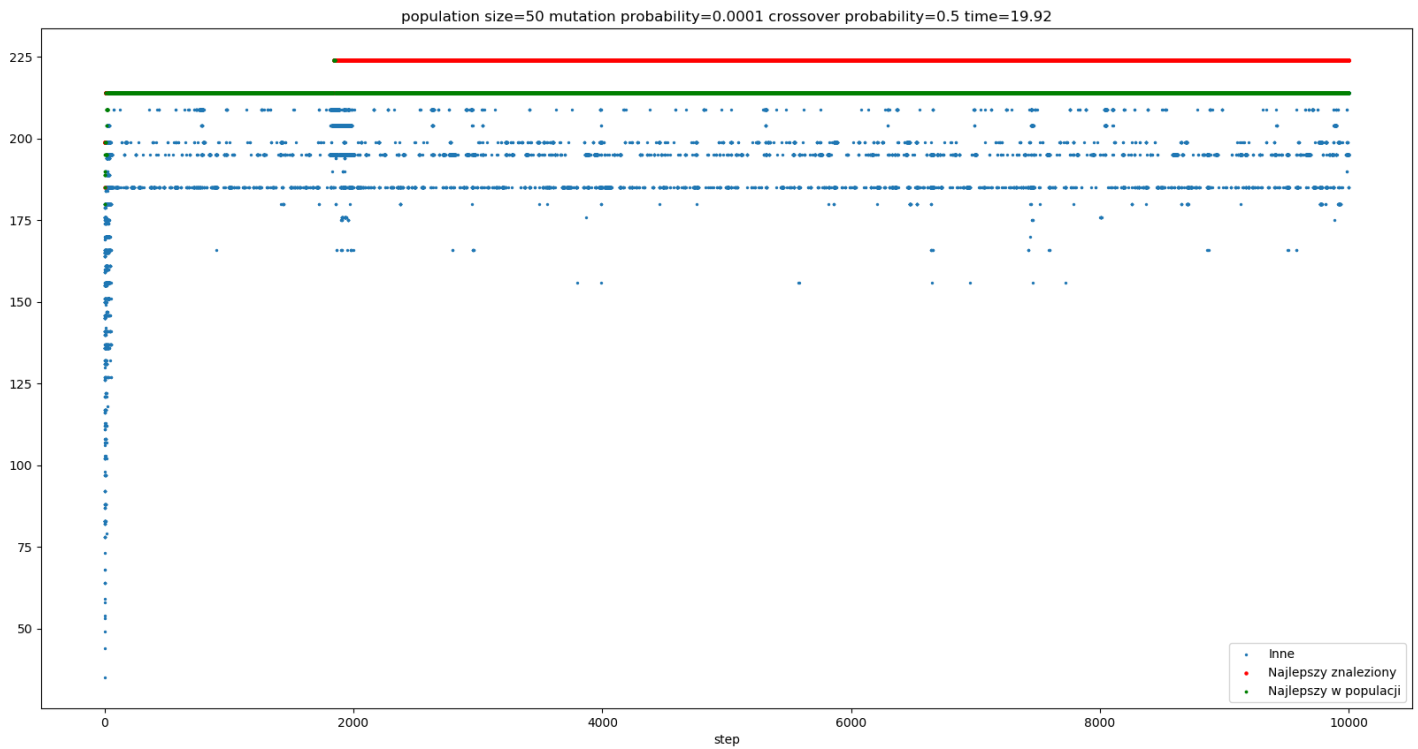


Analizując zarówno parametr wielkości populacji jak i prawdopodobieństwa mutacji widać, że powinny one być odpowiednio dobrane. Uwidacznia to porównanie rysunków 3 oraz 4, gdzie widzimy tę samą wielkość prawdopodobieństwa mutacji dla dwóch różnych wielkości populacji. Widać, że zdolność do eksploracji i eksploatacji zostaje odpowiednio wyważona, gdy wielkość populacji oraz prawdopodobieństwo mutacji zostaną dostosowane do zadania. Skutkuje to osiągnięciem optimum w dość wczesnych krokach algorytmu oraz w stosunkowo rozsądnym czasie wykonania algorytmu.

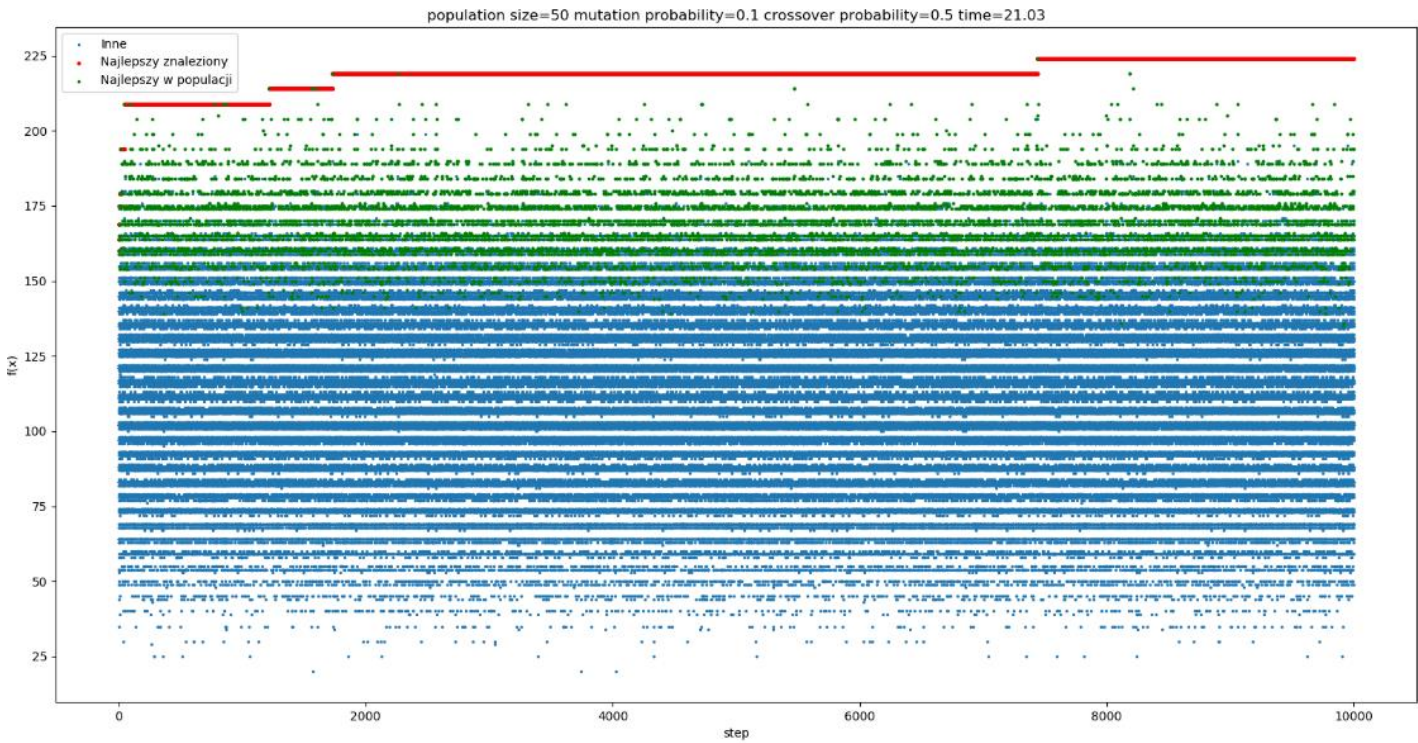
Rysunek 4



Rysunek 5



Rysunek 6



2. Wnioski i podsumowanie

Analiza wyników uwidoczniła jak ważny dla działania algorytmu jest dobór następujących parametrów:

- Parametr wielkości populacji nie powinien być zbyt duży. Drastycznie zwiększa to czas niezbędny na wykonanie algorytmu. Natomiast zbyt mała wartość utrudnia uzyskanie najlepszych rezultatów działania algorytmu, spada zdolność eksploracji.
- Parametr prawdopodobieństwa mutacji również powinien być adekwatnie dobrany. Zbyt wysoka jego wartość spowoduje sprowadzenie działania algorytmu do przeszukiwania losowego, jak już wcześniej wspomniałem, potomkowie wskutek zbyt dużego prawdopodobieństwa mutacji nie przypominają swoich rodziców, spada zdolność eksploatacji. Zbyt niska wartość może spowodować zatrzymanie się populacji w miejscu niebędącym optimum, spada zdolność eksploracji.

Podsumowując, bardzo ważne dla jakości rozwiązania jest dobranie odpowiednich parametrów, czyli wyważenie zdolności eksploracji oraz eksploatacji algorytmu. Ponadto należy również uwzględnić czas wykonania algorytmu. Dzięki temu osiągniemy leprze rozwiązania w krótszym czasie.