sprawozdanie

December 15, 2019

1 SPRAWOZDANIE 1

1.1 Projekt wykonali:

- Katarzyna Jędrocha,
- Szymon Bednarek,
- Michał Baran,
- Bartłomiej Kalata.

1.2 Projekt został napisany w języku Python.

1.3 Algorytm wspinaczki

1.3.1 Wstęp

Algorytm wspinaczkowy polega na wybraniu losowego X dla którego jest przypisana wartość Y. W pierwszej kolejności sprawdzane jest najbliższe sąsiedztwo X. Jeżeli wartość rozwiązania jest lepsza niż wartość rozwiązania początkowego wtedy sąsiadujący X jest brany jako punkt początkowy następnej iteracji algorytmu. W ten sposób możemy osiągnąć ekstremum lokalne fukcji minimalne lub maksymalne w zależności od założeń. Problem tego algorytmu polega na tym że znajdując się w wierzchołku funkcji kończymy działanie algorytmu. Jednakże nie zawsze osiągniąty wierzchołek jest ekstremum globalnym, tylko lokalnym. Aby zniwelować ten błąd należy uruchomić algorytm losując X, tyle razy, aby prawdopodobieństwo że otrzymany wynik jest ekstremum lokalnym było jak najmniejsze.

1.3.2 Opis kodu

W pierwszej kolejności zdefiniowana została zmienna 'KR' która to jest wskaźnikiem jakości ułożenia zadań. Wartość 'KR' jest optymalizowana. Wskaźnik ten ukazuje jak dużo pozostaje "wolnego" czasu między zadaniami. Oznacza to że im mniejsza wartość 'KR' tym lepsze jest rozwiązanie problemu.

Do przeszukiwania listy sąsiadów dla wylosowanego X, została stworzona funkcja get_neighbours(). Jej argumentami są :

idx - Jest to indeks dla ktorego szukamy sąsiadów.

neighbours_count - liczba sąsiadów którą chcemy wyszukać

df - wprowadzone dane

Funkcja działa w następujący sposób:

Dla zadanych wartości argumentów algorytm ustawia się w pozycji startowej:

Numer indeksu	...	n-4	n-3	n-2	n-1	n	n+1	n+2	n+3	n+4	...
Sąsiedztwo	-	-	0	0	0	X	0	0	0	-	-

W powyższym przykładzie możemy zauważyć że dla zadanych:

- idx = n;
- neighbours_count = 6;

Algorytm ustawił się w pozycji n i wyszukał 6 sąsiadów.

Dla przypadków końca danych z lewej lub z prawej strony zostały stworzone wyjątki. Wprowadzone zostały dodatkowe zmienne:

- L - Jest to długość danych minus wylosowana pozycja
- idx_prev = idx - Jest to indeks dla ktorego szukamy sasiadow
- N_half - Połowa wartości szukanych sąsiadów

Zobrazowanie sytuacji w której występuje wyjątek:

Numer indeksu	0	1	n=2	3	4	5	6	7	8	9	...
Sąsiedztwo	0	0	X	0	0	0	0	-	-	-	-

W powyższym przykładzie możemy zauważyć że dla zadanych:

- idx = n = 2 gdzie n < neighbours_count/2;
- neighbours_count = 6;

W takim przypadku możemy znaleźć tylko dwa obiekty z lewej strony, dlatego w tym wyjątku dodajemy dodatkowy obiekt z prawej strony. Sytuacja jest analogiczna dla obserwacji na obu końcach zbioru danych. Do rozwiązania tych wyjątków wykorzystany został następujący kod:

```
if idx < N_half:
    idx = N_half

elif idx > L - N_half:
    idx = L - N_half
output = list(range(idx - N_half, idx + N_half + 1))
```

Jako ostateczny wynik funkcja zwraca listę sąsiadów, która zostanie przeszukana w celu uzyskania lepszego wyniku niz startowy X.

Ostateczna funkcja algorytmu to **hill_climbing_algorithm()**. Jednak do jej działania użyte zostały poszczególne pomniejsze funkcje:

- calculate_improvements()
- search_for_the_best_neighbour()

- swap()
- move()
- plot_optimalization()

1. Funkcja **calculate_improvements()** jest odpowiedzialna za sprawdzenie jak zmieni się wartość **KR** w przypadku gdy zamienimy miejscami **idx** z jakimś sąsiadem.
2. Funkcja **search_for_the_best_neighbour()** jest odpowiedzialna za wyszukanie najlepszego sąsiada i przypisanie do zmiennej idx_min indeksu najmniejszego elementu.
3. Funkcja **swap()** jest odpowiedzialna za zamianę miejscami dwóch wierszy "in place" - dzięki temu nie tworzymy nowej ramki danych. tylko pracujemy na tym samym zbiorze danych co optymalizuje szybkość wykonania algorytmu.
4. Funkcja **move()** jest odpowiedzialna za zmianę startowego X od którego zaczniemy kolejną iterację algorytmu.
5. Funkcja **plot_optimalization()** jest odpowiedzialna za wykonanie wykresu służącego do sprawdzenia czy algorytm poprawnie optymalizuje szukaną wartość.

1.3.3 Algorytm

Do wykonania algorytmu wspinaczkowego dla wylosowanego X, została stworzona funkcja hill_climbing_algorithm(). Jej argumentami są:

- number_of_iterations - ustalona liczba iteracji wykonania algorytmu
- break_counter - zmienna która zatrzymuje działanie algorytmu, tzn. gdy przez np. 10 iteracji wynik się nie poprawia algorytm zostaje zastopowany.
- neighbours_count - liczba sąsiadów którą chcemy wyszukać

Wewnątrz funkcji zdefiniowane są także prarametry umożliwiające poprawne działanie algorytmu:

- idx - w pierwszej iteracji jest wybierany losowo jako jeden z indeksów zbioru danych i stanowi punkt startowy naszego algorytmu.
- improvements - zmienna ustalona jako pusty szereg numeryczny (wypełniony wartościami 0).
- optimalization - przypisywana jest nazwa kolumny w zbiorze danych, którą posiłkuje się do wykonania wykresu.

Główne ciało funkcji to pętla **while** której ograniczeniami są **number_of_iterations** oraz **break_counter**. Na starcie pobierana jest początkowa wartość kombinacji, oraz pierwsza lista sąsiadów dla X. Następnie sprawdzane są przypadki co będzie gdy zamienimy **idx** z danym sąsiadem. Kolejnym krokiem jest wybór tego sąsiada który wykazał się najlepszą możliwą optymalizacją rozwiązania w danej iteracji. Jeżeli została zdefiniowana nowa wartość dla **best_neighbour** to wtedy ustawiamy ją jako aktualny punkt początkowy algorytmu. W przeciwnym wypadku od **break_counter** odejmowana jest wartość 1. W celu sprawdzenia poprawności algorytmu tworzymy listę aktualnych wartości 'KR' z każdej kolejnej iteracji. Zostanie ona wykorzystana do ukazania zależności efektywności algorytmu od ilości wykonanych iteracji.

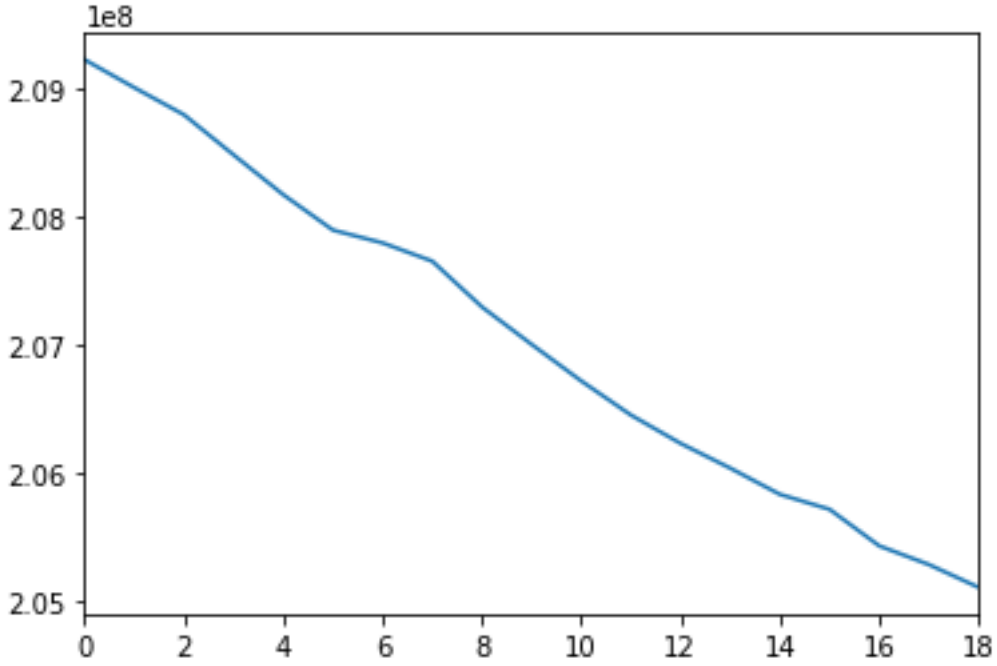
Na podstawie wykresu możemy stwierdzić że algorytm działa i wyszukuje coraz mniejszą wartość **'KR'** wraz ze wzrostem liczby iteracji.

1.3.4 Wpływ parametrów na wyniki

Dla ustalonych wartości argómentów:

- number_of_iterations = 500
- break_counter = 20
- neighbours_count = 20

Wykres optymalizacji prezentuje się w następujący sposób:



Gdzie na osi X występują liczby iteracji, a na osi Y wartości 'KR'.

Ostateczny wynik dla 'KR' to 205111018.

Argument **number_of_iterations** ulepsza algorytm ponieważ im mniejsza jest ta wartość tym mniejsze jest prawdopodobieństwo że algorytm osiągnął ekstremum. Zwiększenie tego argumentu wydłuża czas wykonania się algorytmu lecz również zwiększy jego efektywność.

```
new_order, new_optimalization = hill_climbing_algorithm(
number_of_iterations=10000,
break_counter=20,
neighbours_count=20)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 205111018.

Argument **break_counter** jest to licznik, który po wyzerowaniu kończy algorytm. Jego zwiększenie powoduje że algorytm dłużej będzie "stał w miejscu" i sprawdzał czy nie ma lepszej opcji.

```
new_order, new_optimalization = hill_climbing_algorithm(
    number_of_iterations=500,
```

```
    break_counter=100,
    neighbours_count=20)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 205111018.

Argument **neighbours_count** ulepsza algorytm ponieważ im mniejsza jest wartość tego argumentu tym mniejszy jest zakres sprawdzanych sąsiadujących obiektów. Sprowadza się to wydłużenia pracy algorytmu, oraz mniejszego prawdopodobieństwa że przy zadanych argumentach przy zadanym zakresie algorytm osiągnie ekstremum globalne.

```
new_order, new_optimalization = hill_climbing_algorithm(
    number_of_iterations=500,
    break_counter=20,
    neighbours_count=6)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 208786181.

```
new_order, new_optimalization = hill_climbing_algorithm(
    number_of_iterations=1000000,
    break_counter=10000,
    neighbours_count=100
)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 186185180.

Wszystkie wyniki przedstawione dla poszczególnych wartośc argumentów zależą także od czynnika losowego jakim jest początkowe zadanie obrane za punkt startowy algorytmu. Dlatego przedstawione powyżej zależności nie będą prawdziwe w każdym przypadku uruchomienia algorytmu.

1.4 Algorytm wyżarzania

1.4.1 Wstęp

Algorytm wyżarzania opiera się na badaniu sąsiedztwa z założeniem pewnego poziomu prawdopodobieństwa z którym jesteśmy skłonni przyjąć gorszy od obecnego wynik. Z każdą wykonaną iteracją prawdopodobieństwo przyjęcia wyniku gorszego niż poprzedni zostaje obniżone poprzez zastosowanie odpowiednio zdefiniowanej funkcji. Algorytm ten posiada dużo argumentów, które wpływają na jakość wyniku.

1.4.2 Opis kodu

Metody początkowe, odpowiedzialne za wyszukanie listy sąsiadów zostały już opisane przy omawianiu algorytmu wspinaczki.

Nowymi funkcjami stworzonymi na potrzeby tego algorytmu jest funkcja **reduce temperature()**, która jest pośrednio odpowiedzialna za obniżanie poziomu prawdopodobieństwa z którym przyjmujemy nowy gorszy wynik.

1.4.3 Algorytm

Funkcja **simulated_anniling_algorithm()** jaest ostateczną funkcją algorytmu. wykorzystuje wszystkie wcześniej opisane metody oraz przyjmuje poniższe argumenty za dane

- T - Maksymalna temperatura przyjmowana na początku algorytmu.
- Tmin - Minimalna temperatura przyjmowana na początku algorytmu.
- neighbours_count - liczba sąsiadów którą chcemy wyszukać
- number_of_generations - maksymalna liczba iteracji w przypadku gdy nie jest ona określona przez malejącą temperaturę.

Główne ciało funkcji zajmują pętle while których ograniczeniami są temperatura nie mogąca spasc poniżej minimalnej temperatury oraz liczba iteracji.

Jako pierwszy krok losowany jest punkt startowy do którego następnie znajdowane jest sąsiedztwo. Ze zbioru zadań należących do sąsiedztwa wybierane jest losowo jedno z nich. Następnie jeżeli zamiana wybranego zadania z punktem startowym daje wynik lepszy od poprzedniego, algorytm dokonuje zamiany tych dwóch zadań. Jeżeli wynik wychodzi gorszy to wtedy może on zostać przyjęty jako rozwiązanie wraz z z prawdopodobieństwem, które z każdą kolejną iteracją zostaje obniżone.

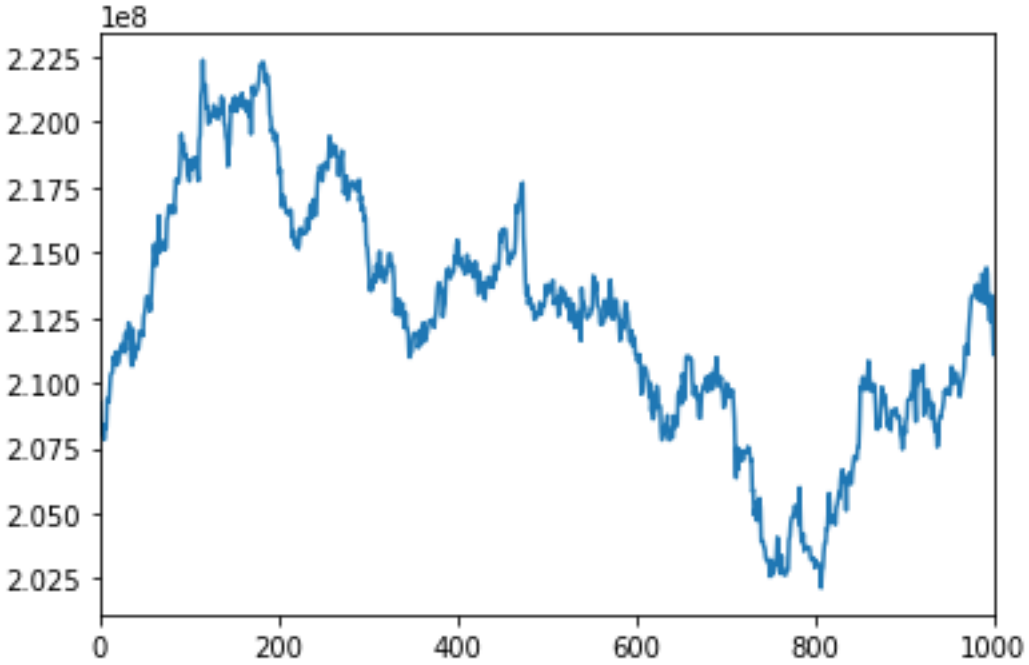
Algorytm kończy pracę gdy temperatura osiągnie stan minimalny, lub gdy zadany limit iteracji zostanie wykorzystany.

1.4.4 Wpływ parametrów na wyniki

Algorytm wyżarzania z bazowymi argumentami dla:

```
new_order, new_optimalization = simulated_anniling_algorithm(
    T = 2500,
    Tmin = 100,
    neighbours_count=50,
    number_of_generations = 1000)
```

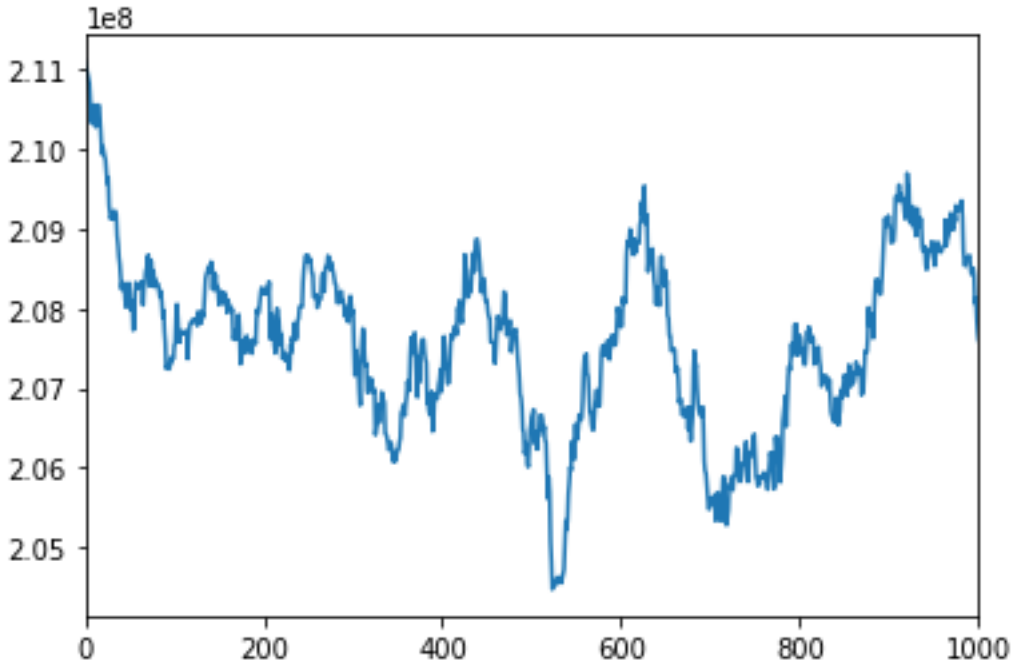
Ostateczna wartość 'KR' to 211094417.



Argument **T** wpływa na algorytm ponieważ może określać on maksymalną liczbę iteracji w przypadku gdy nie jest ustalony argument **number_of_generations**. Wpływa on również na prawdopodobieństwo przyjęcia gorszego niż poprzedniego wyniku. Im większa temperatura tym większe prawdopodobieństwo i tym samym większe wahania pomiędzy wynikami między poszczególnymi iteracjami. Tą zależność zauważyć można także na wykresie przedstawionym powyżej.

```
new_order, new_optimalization = simulated_anniling_algorithm(
    T = 5000,
    Tmin = 100,
    neighbours_count=20,
    number_of_generations = 1000)
```

Ostateczna wartość 'KR' to 207602394.



Argument **number__of__generations** ulepsza algorytm ponieważ im mniejsza jest ta wartość tym mniejsze jest prawdopodobieństwo że algorytm osiągnął optymalny wynik. Zwiększenie tego argumentu wydłuża czas wykonania się algorytmu lecz również zwiększy jego efektywność co zaobserwowac możemy na powyższym wykresie.

```
new_order, new_optimalization = simulated_anniling_algorithm(
    T = 2500,
    Tmin = 100,
    neighbours_count=20,
    number_of_generations = 500)
```

Ostateczna wartość 'KR' to 694751. 208173780

Argument **neighbours__count** ulepsza algorytm ponieważ im mniejsza jest wartość tego argumentu tym mniejszy jest zakres sprawdzanych sąsiadujących obiektów. Sprowadza się to wydłużenia pracy algorytmu, oraz mniejszego prawdopodobieństwa że przy zadanych argumentach przy zadanym zakresie algorytm osiągnie ekstremum globalne.

```
new_order, new_optimalization = simulated_anniling_algorithm(
    T = 2500,
    Tmin = 100,
    neighbours_count=6,
    number_of_generations = 1000)
```

Ostateczna wartość 'KR' to 692948. 210143183

Wszystkie wyniki przedstawione dla poszczególnych wartośc argumentów zależą także od czynnika losowego jakim jest początkowe zadanie obrane za punkt startowy algorytmu oraz losowanie z zadanym prawdopodobieństwem przyjęcia gorszego wyniku

jako rozwiązanie. Dlatego przedstawione powyżej zależności nie będą prawdziwe w każdym przypadku uruchomienia algorytmu.

1.5 Algorytm tabu

1.5.1 Wstęp

Algorytm przeszukiwania tabu opiera się na wymianie zadań.
Algorytm sprawdza, która zamiana zadań w największym stopniu zmniejszy czas realizacji projektu. Następnie dane zadania zamienia miejscami i zapisuje ten ruch na liście tabu. Owa lista przechowuje zbiór ruchów, których przez następne x iteracji algorytmu nie będziemy mogli użyć ponownie. Mechanizm ten pozwala na uniknięcie sytuacji, w której cyklicznie wymieniamy ze sobą dwa zadania. Działanie algorytmu zostaje zakończone w momecie ukończenia określonej liczby iteracji bądź w momencie gdy y razy algorytm stwierdzi, że czas realizaji nie może zostać poprawiony.

1.5.2 Opis kodu

W pierwszej kolejności została zdefiniowana zmienna 'KR', która przedstawia nam czas realizacji projektu. To właśnie tę wartość będziemy optymalizować. Do stworzenia 'KR' została użyta funkcja **get_KR()**.

Nastepnie tworzymy macierz z wartościami poszczególnych ruchów oraz tablicę możliwych ruchów. Wyszukujemy najlepszą możliwą wymianę(taką, która najbardziej obniży wartość KR) i zamieniamy ze sobą miejscami wybrane zadania. W następnych iteracjach powtarzyamy powyższy proces oraz sprawdzamy czy dany ruch nie znajduje się na liście tabu. W tym celu zostały stworzone następujące funkcje:

- **gen_Z()** - generuje tablice możliwych ruchów,
- **search_for_the_best_move()** - wyszukuje najlepszy możliwy do wykonania ruch z tablicy,
- **move()** - zamienia ze sobą kolejność dwóch zadań, dodaje wybraną kombinajcę na liste tabu oraz aktualizuje listę tabu,
- **check_in_tabu()** - sprawdza czy dana kombinacja zjaduje się na liście tabu,
- **update_tabu()** - aktualizuje listę tabu i usuwa z niej ruchy, których pozostały czas oczekiwania wykoni 0.

1.5.3 Algorytm

Ostateczna funkcja algorytmu to **tabu_search_algorithm()**, która wykorzystuje wcześniej opisane funkcje.
Algorytm przyjmuje następujące argumenty:

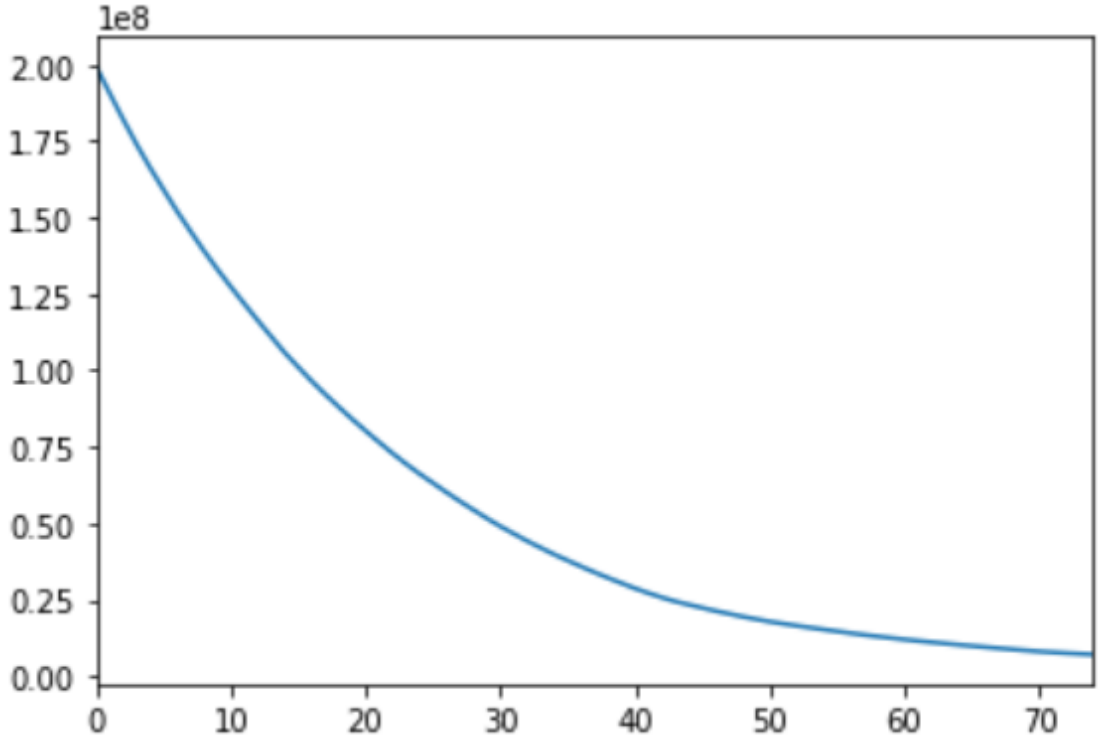
- **inactive time** - wartość, którą nadajemy zadaniu na liście tabu i zmiejszamy po każdej iteracji. Gdy wartość osiągnie 0, dana kombinacja może zostać ponownie użyta. Zwiększenie tej wartości spowoduje wydłużenie czasu wykonywania algorytmu, ponieważ będziemy musieli zbadać więcej kombinacji przed wybraniem tej odpowiedniej.

- **break_couter** - wartość, która zmiejsza się po iteracji w której algorytm nie znalazł lepszego rozwiązania. Gdy osiągnie 0 działanie algorytmu zostaje zakończone. Zwiększenie tej wartości spowoduje wydłużenie czasu wykonywania algorytmu, ponieważ program będzie oczekiwał dłużej na przejście wybranej liczby iteracji w których wynik końcowy nie ulega polepszeniu.
- **number_of_generations** - liczba iteracji. Zwiększenie tej wartości spowoduje wydłużenie czasu wykonywania algorytmu jednak pozwoli na dokładniejsze zbadanie problemu dzięki czemu otrzymane wyniki będą bardziej wiarygodne. Dzieje się tak ponieważ więcej razy badamy czy nie istnieją zadania,których zamiana spowoduje zmniejszenie czasu realizacji.

1.5.4 Wpływ parametrów na wyniki

Algorytm Tabu z bazowymi argumentami dla

```
new_order, new_opt = tabu_search_algorithm(
    inactive_time = 5,
    break_counter = 10,
    number_of_generations = 75)
```



Ostateczna wartość 'KR' to 7183470.

Argument number_of_generations ulepsza algorytm ponieważ im mniejsza jest ta wartość tym mniejsze jest prawdopodobieństwo że algorytm osiągnął optymalny wynik. Zwiększenie tego argumentu wydłuża czas wykonania się algorytmu lecz również zwiększy jego efektywność co zaobserwowac możemy na powyższym wykresie.

Argument break_counter jest to licznik, który po wyzerowaniu kończy algorytm. Jego zwiększenie powoduje że algorytm dłużej będzie "stał w miejscu" i sprawdzał czy nie ma lepszej opcji.

```
new_order, new_opt = tabu_search_algorithm(
    inactive_time = 5,
    break_counter = 3,
    number_of_generations = 75)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 7183470.

Argument inactive_time opisuje ilość kolejek których dana zamiana dwóch zadań jest zablokowana. Trudnym jest ustalenie jak zmiana tego argumentu wpływa na wartość rozwiązania gdyż z jednej strony zbyt mała liczba naraża algorytm na cykliczne powtarzanie wciąż tych samych zamian, a z drugiej zbyt wielka wartość uniemożliwia optymalizację rozwiązania stosunkowo małej liczbie iteracji.

```
new_order, new_opt = tabu_search_algorithm(
        inactive_time = 3,
        break_counter = 10,
        number_of_generations = 75)
```

Ostateczny wynik dla 'KR' to 2758246.

1.6 Porównanie zestawionych wyników z rozwiązaniem osiągniętym za pomocą pakietu Solver

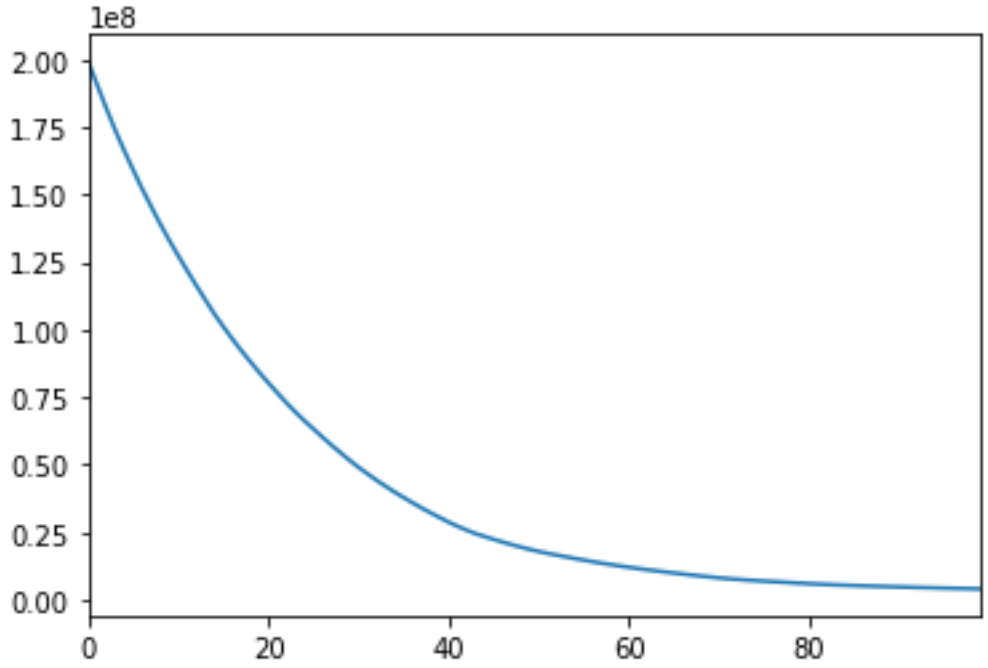
Nazwa Metody	Najlepsze Optymalne Rozwiązanie	Czas trwania (w sek)
Tabu Search	4114636	3020
Hill Climbing	186185180	1
Simulated Annealing	207602394	4
Solver	4743888	180

Z wyżej przedstawionego zestawienia można wywnioskować że najbardziej wydajnym algorytmem jest WYŻARZANIE, które w stosunkowo krótkim czasie było w stanie znaleźć najlepsze rozwiązanie. Najmniej optymalne okazało się być TABU SEARCH.

1.7 Ostateczny wynik optymalizacji

najlepiej chyba wyszło tabu z ostatecznym KR 4114636

wykresik dla 100 iteracji tabu



tabelka

Idx	Zadanie	Czas wykonania	Termin
0	98	2	43
1	195	19	30
2	17	7	8
3	83	16	10
4	184	1	68
5	35	16	241
6	7	16	196
7	56	15	26
8	54	4	44
9	38	11	119
10	130	16	192
11	12	1	153
12	122	14	123
13	133	10	22
14	115	19	76
15	16	15	77
16	121	12	234
17	172	14	106
18	84	18	247
19	147	16	327
20	200	10	380
21	157	5	329
22	55	17	218

Idx	Zadanie	Czas wykonania	Termin
23	170	12	277
24	67	20	202
25	110	4	253
26	192	3	218
27	180	17	263
28	191	16	494
29	150	14	335
30	179	14	392
31	62	8	496
32	5	6	380
33	105	10	350
34	171	7	372
35	142	5	318
36	37	12	427
37	137	20	460
38	190	7	377
39	40	18	294
40	28	20	551
41	88	6	523
42	19	8	581
43	132	17	461
44	24	2	501
45	34	8	645
46	148	10	503
47	48	8	435
48	187	9	551
49	50	10	468
50	51	14	602
51	52	15	702
52	53	14	529
53	9	2	619
54	164	13	510
55	8	19	575
56	159	11	650
57	140	5	551
58	99	14	510
59	100	14	706
60	85	7	546
61	32	11	628
62	196	9	738
63	103	11	787
64	161	8	739
65	181	16	670
66	25	15	880
67	143	4	646
68	23	19	781

Idx	Zadanie	Czas wykonania	Termin
69	70	20	945
70	71	5	985
71	72	14	882
72	124	15	851
73	166	12	620
74	146	7	855
75	178	11	853
76	111	14	965
77	194	15	789
78	57	11	1027
79	112	20	911
80	152	19	800
81	82	8	812
82	4	17	1059
83	102	9	952
84	61	16	1120
85	141	10	1021
86	87	11	871
87	42	11	958
88	75	13	1077
89	90	6	1061
90	65	15	1117
91	92	17	1076
92	93	16	1118
93	128	19	1174
94	176	4	1174
95	131	3	1046
96	174	20	1090
97	20	7	1261
98	59	14	1394
99	60	10	1206
100	3	19	1339
101	43	13	1166
102	64	6	1233
103	104	17	1443
104	46	16	1306
105	10	16	1301
106	58	13	1452
107	135	13	1226
108	154	14	1526
109	26	16	1202
110	189	5	1348
111	80	13	1542
112	113	8	1473
113	114	14	1575
114	15	10	1555

Idx	Zadanie	Czas wykonania	Termin
115	160	18	1511
116	163	14	1599
117	36	11	1584
118	119	18	1630
119	175	16	1535
120	101	11	1695
121	13	1	1336
122	198	18	1705
123	107	6	1529
124	186	14	1782
125	188	1	1613
126	127	10	1527
127	68	14	1669
128	168	7	1539
129	11	11	1631
130	96	9	1763
131	44	15	1586
132	22	12	1666
133	134	17	1659
134	108	16	1910
135	136	10	1739
136	106	16	1968
137	173	12	1684
138	139	12	1601
139	73	6	1777
140	86	10	1811
141	118	17	1858
142	94	7	1818
143	144	13	1874
144	145	14	2039
145	89	17	2089
146	1	10	1746
147	47	20	1806
148	177	13	1957
149	30	2	1875
150	6	8	1820
151	162	18	1916
152	153	9	2158
153	109	17	1892
154	155	5	2009
155	29	16	2223
156	14	2	1804
157	158	13	2251
158	183	8	1895
159	116	17	2315
160	199	18	2125

Idx	Zadanie	Czas wykonania	Termin
161	81	5	2123
162	117	20	2249
163	69	6	2187
164	197	17	2136
165	74	12	2284
166	167	3	2135
167	129	11	2048
168	169	11	2301
169	2	10	2134
170	151	8	2233
171	18	5	2098
172	138	18	2381
173	77	1	2109
174	120	8	2353
175	95	11	2201
176	149	4	2143
177	76	15	2310
178	31	4	2104
179	41	20	2399
180	66	17	2252
181	182	17	2346
182	79	3	2312
183	33	1	2323
184	185	18	2370
185	125	4	2131
186	49	20	2310
187	126	19	2470
188	97	7	2298
189	39	19	2374
190	156	18	2423
191	27	15	2439
192	193	4	2195
193	78	20	2480
194	45	2	2385
195	63	11	2453
196	165	8	2489
197	123	3	2439
198	91	10	2460
199	21	19	2396