



Politechnika Wrocławska

Projektowanie Efektywnych Algorytmów

Algorytm Genetyczny dla problemu Komiwojażera

Maciej Łuczak

1. Wstęp teoretyczny

1.1 Opis algorytmu

Algorytm genetyczny opiera swoje działanie na teorii ewolucji. Polega on na przedstawieniu rozwiązania problemu za pomocą ciągu cyfr, a następnie za pomocą tak reprezentowanych rozwiązań na utworzeniu populacji, która podlega procesowi ewolucji. Każda, w pewnym stopniu losowo wybrana para daje początek potomkowi. W ten sposób powstaje kolejna generacja rozwiązań której przedstawiciele dziedziczą cechy po swoich rodzicach. Proces zastępowania starszej generacji nowo powstałą, powtarzany jest, aż osiągnięty zostanie warunek stopu, natomiast wynikiem algorytmu jest osobnik, spośród wszystkich wygenerowanych osobników wszystkich generacji, którego funkcja kosztu jest najbardziej optymalna.

1.2 Założenia projektowe

- 1. Przyjętym przeze mnie sposobem kodowania rozwiązań jest kodowanie porządkowe. Polega ono na zapisaniu permutacji liczb reprezentującej drogę jaką odbywa Komiwojazer w swojej wędrówce pomiędzy miastami jako ciąg liczb z których każda kolejna ustalana jest na podstawie pozycji w ciągu kanonicznym. Ciąg ten jest każdorazowo zmniejszany, przez usunięcie liczby reprezentującej kolejne miasto w drodze. Dzięki takiemu sposobowi kodowania, bez przeszkód można zastosować krzyżowanie, a każdy jego wynik będzie poprawną drogą.*
- 2. Zastosowana przeze mnie taktyka krzyżowania osobników w celu uzyskania potomka to „10 point cross-over”. Polega ona na obraniu losowo 10 punktów wyznaczających miejsca „cięcia” sekwencji liczbowych kodujących rozwiązania. Osobnik potomny powstaje poprzez naprzemienne sklepanie części ciągów jednego i drugiego rodzica.*
- 3. Dodatkowo zastosowałem tzw. „elitaryzm”, polegający na przeniesieniu określonego procentu najlepszych rozwiązań ze starej populacji do nowej. Dzięki temu najlepiej przystosowane osobniki mają szanse po raz kolejny przekazać swoje cechy potomstwu co korzystnie wpływa na progresywny charakter procesu ewolucji. Przyjęty przeze mnie współczynnik elitaryzmu wynosi 15% liczebności populacji.*

3.3 Pseudokod algorytmu

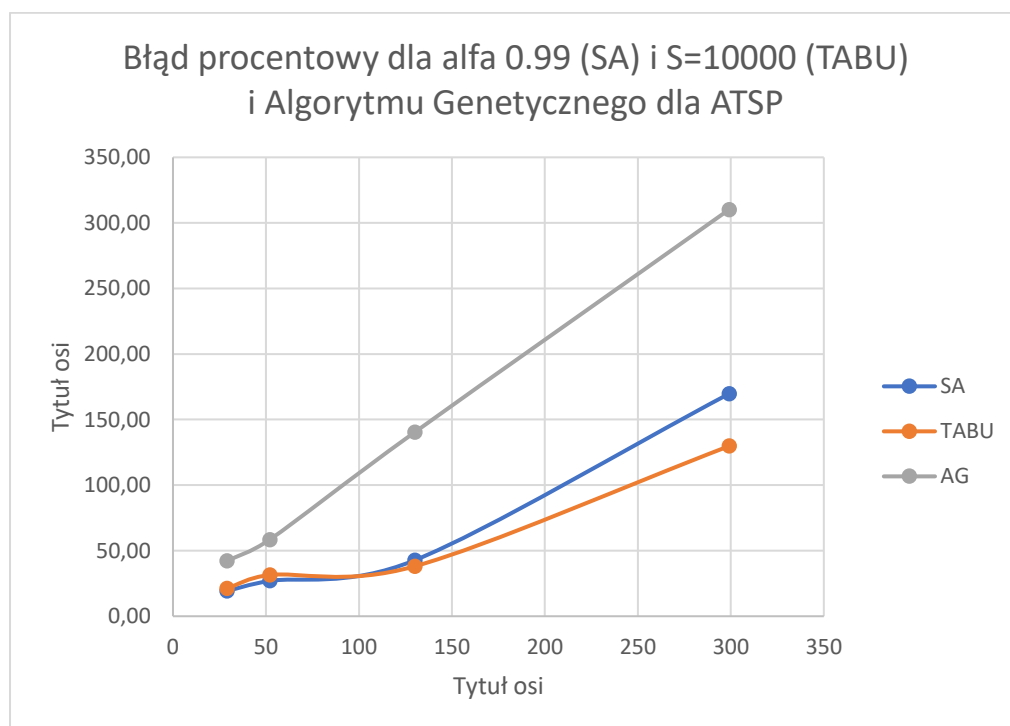
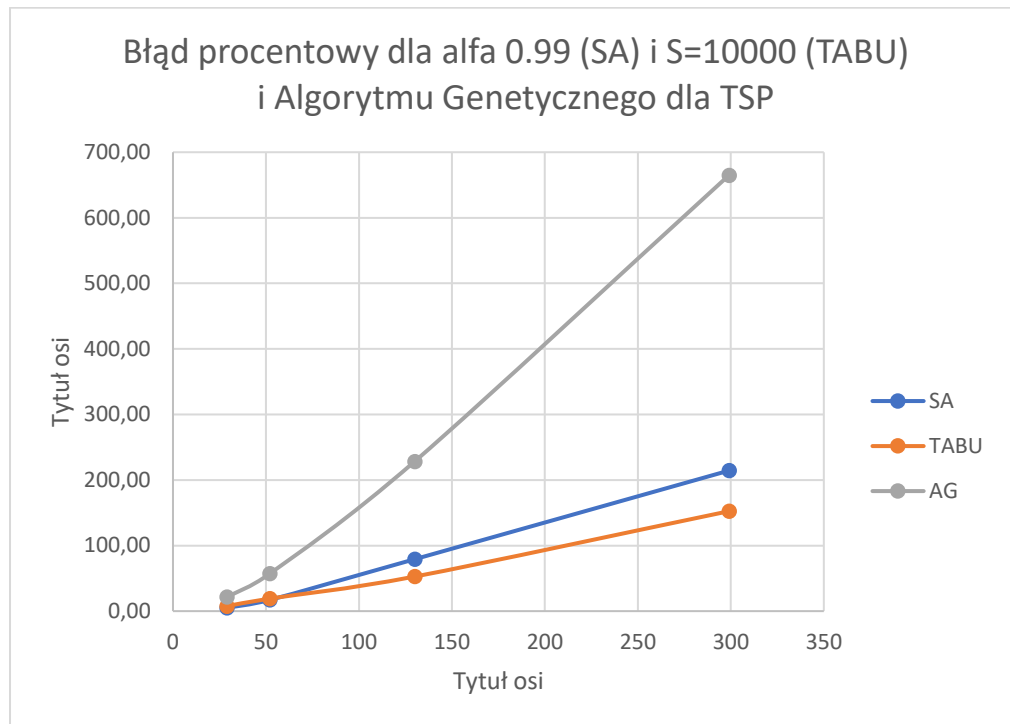
Poniższy pseudokod algorytmu genetycznego pochodzi z pracy J.-Y. Potvin'a zatytuowanej „The traveling salesman problem”. Pod czas tworzenia kodu zadania projektowego stanowił on mój główny wzorzec. Dodatkowo zdecydowałem się na wprowadzenie procesu elitaryzacji części populacji. Czego ten pseudokod nie obrazuje.

- Step 1.** Create an initial population of P chromosomes (generation 0).
- Step 2.** Evaluate the fitness of each chromosome.
- Step 3.** Select P parents from the current population via proportional selection (i.e., the selection probability is proportional to the fitness).
- Step 4.** Choose at random a pair of parents for mating. Exchange bit strings with the one-point crossover to create two offspring.
- Step 5.** Process each offspring by the mutation operator, and insert the resulting offspring in the new population.
- Step 6.** Repeat steps 4 and 5 until all parents are selected and mated (P offspring are created).
- Step 7.** Replace the old population of chromosomes by the new one.
- Step 8.** Evaluate the fitness of each chromosome in the new population.
- Step 9.** Go back to step 3 if the number of generations is less than some upper bound. Otherwise, the final result is the best chromosome created during the search.

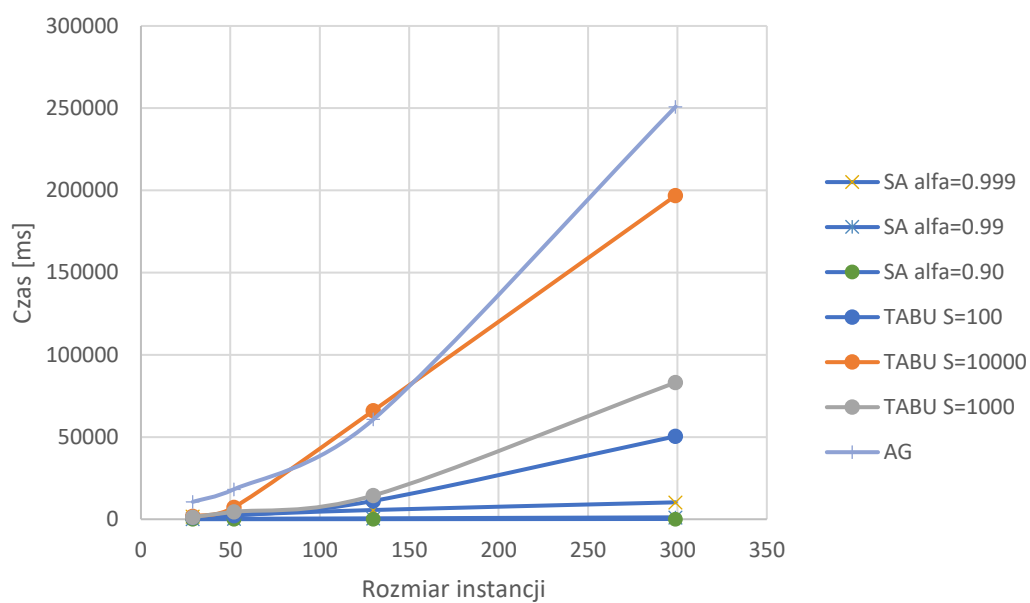
Fig 1. J.-Y. Potvin, „The traveling salesman problem”, 2.2. A SIMPLE GENETIC ALGORITHM [345].

4. Przedstawienie wyników eksperymentów

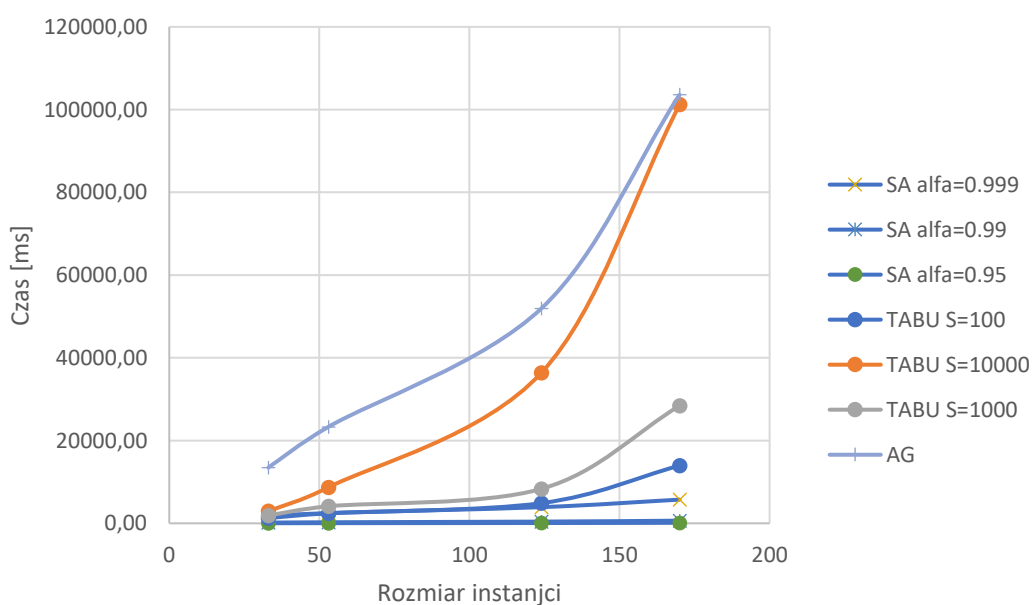
Wyniki eksperymentu przedstawione zostały na wykresach pozwalających porównać działanie algorytmu genetycznego dla problemu Komiwojażera w wersji symetrycznej i asymetrycznej z wynikami otrzymanymi dla algorytmów symulowanego wyżarzania oraz algorytmu tabu search.



Zależność czasu wykonania od romiaru instancji (TSP)



Zależność czasu wykonania od rozmiaru instancji (ATSP)



5. Wnioski

Analiza wyników przedstawionych na wykresach pozwala stwierdzić, że algorytm genetyczny wykazuje znacznie dłuższy czas wykonania przy pogorszeniu jakości otrzymywanych wyników w stosunku do wszystkich wariantów parametrycznych badanych wcześniej algorytmów. Przy czasie obliczeń zbliżonym do czasu jaki algorytm tabu potrzebował aby wyznaczyć rozwiązanie przy warunku stopu $S=10000$ (gdzie S to liczba iteracji algorytmu bez poprawienia dotychczasowego wyniku), algorytm genetyczny uzyskuje wyniki znacznie o znacząco gorszej jakości. Dla instancji problemu obejmującej 299 miast błąd uzyskanego wyniku jest większy o około 300% wartości optymalnego rozwiązania od wyniku tabu search i o około 250% od algorytmu symulowanego wyżarzania.

Bibliografia :

- [1] Göktürk Üçoluk , „Genetic Algorithm Solution of the TSP Avoiding Special Crossover and Mutation”.
- [2] J.-Y. Potvin, „The traveling salesman problem”.