

Algorytmy Metaheurystyczne

Tabu Search

Piotr Puszczynski 254620
Michał Krosny 256791

18 maja 2022

1 Działanie algorytmu

Algorytm tabu search został zaimplementowany w obiektowym języku c++ z założeniem możliwości rozszerzenia o interfejsy dla innych problemów niż TSP. Pozwala na to rozbudowany schemat dziedziczenia z klas Solution czy Problem jak i mocno sparytetyzowany schemat rozwiązywania problemu. Dodatkowo program jest zoptymalizowany pod kątem obliczeń wielowątkowych. Kryterium aspiracji jest po prostu znalezienie lepszego rozwiązania niż aktualnie najlepsze. Kryterium stagnacji to maksymalna liczba iteracji, iteracji bez poprawy lub przeszukanie całego otoczenia od najlepszego uzyskanego wyniku.

Program przyjmuje na wejście nazwę pliku (po flagie -input) instancji TSP w postaci macierzy i pozwala na sparytetyzowanie sposobu rozwiązywania problemu przy pomocy następujących flag:

- -input plik macierzy instancji
- -path_input plik ze ścieżką początkową
- -max_iter maksymalna globalna liczba iteracji
- -max_depth maksymalna liczba iteracji bez poprawy do nawrotu
- -max_imp_iter maksymalna liczba iteracji bez poprawy
- -max_tabu maksymalna wielkość tabu
- -threads liczba wątków na których ma działać program
- -mode sposób znajdowania sąsiedztwa
- -clear_tabu flaga oznaczająca czy algorytm ma czyścić tabu po osiągnięciu max_depth
- -print_debug flaga zmieniająca tryb na tryb debugowania (wypisuje numer iteracji w której algorytm znalazł lepszą ścieżkę)

Za parametry standardowe dla instancji wielkości n przyjęto:

- Wielkość tablicy tabu = $\lceil \sqrt{n} \rceil$
- Głębokość poszukiwań = $\lceil \sqrt{n} \rceil$
- Maksymalną liczbę iteracji bez poprawy = $2 * n^2$
- Maksymalną globalną liczbę iteracji = 50000

2 Przeprowadzone badania

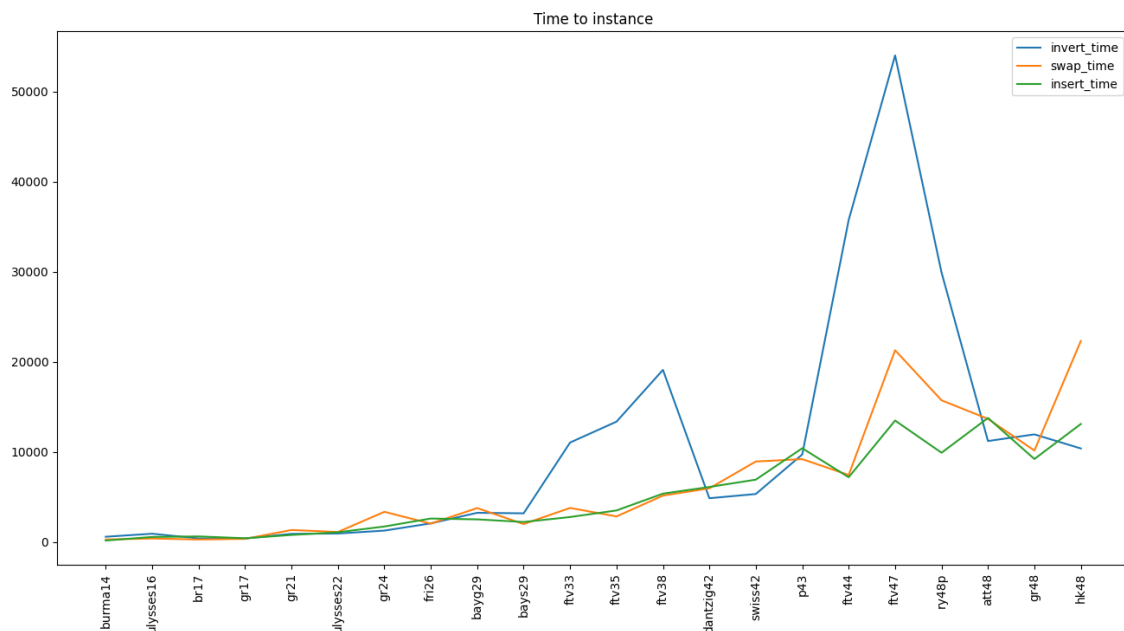
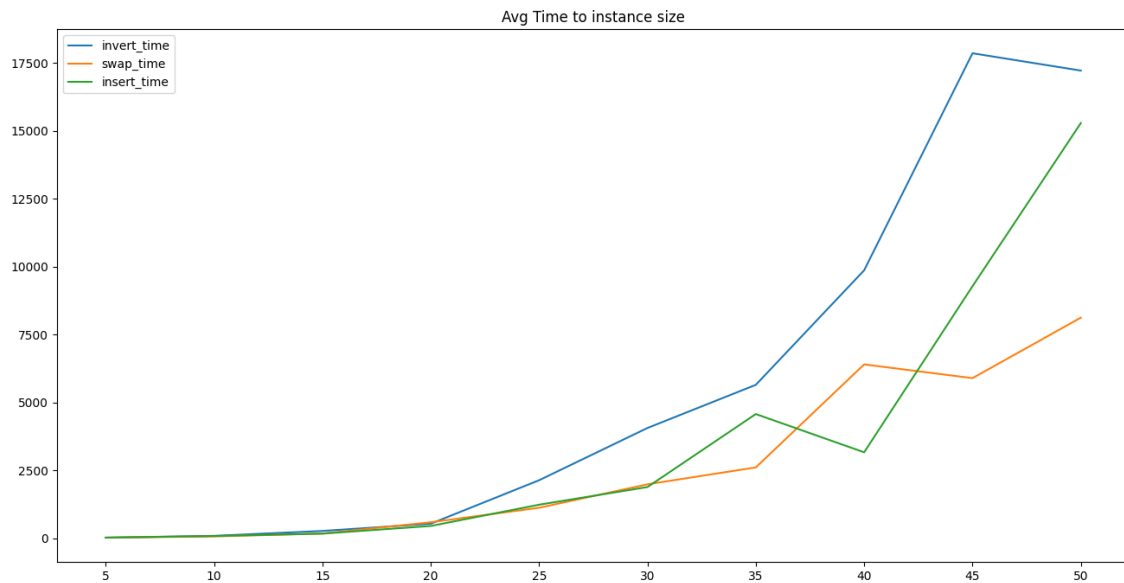
Na algorytmie przeprowadzono następujące badania:

1. Wpływ wielkości instancji dla podstawowych parametrów na czas oraz PRD
2. Wpływ doboru wielkości tablicy tabu do PRD oraz czasu
3. Wpływ doboru głębokości poszukiwań do PRD
4. Wpływ doboru ilości iteracji bez poprawy przed terminacją do PRD

Wszystkie badania zostały przeprowadzone w zależności od użytej instancji z biblioteki TSPLib oraz dodatkowo dla instancji losowych z uśrednioną wartością dla danej wielkości problemu. Każdy z testów został przetestowany dla 3 sposobów określania sąsiedztwa: Invert Swap oraz Insert. Badania głównie skupiają się na metodzie Invert.

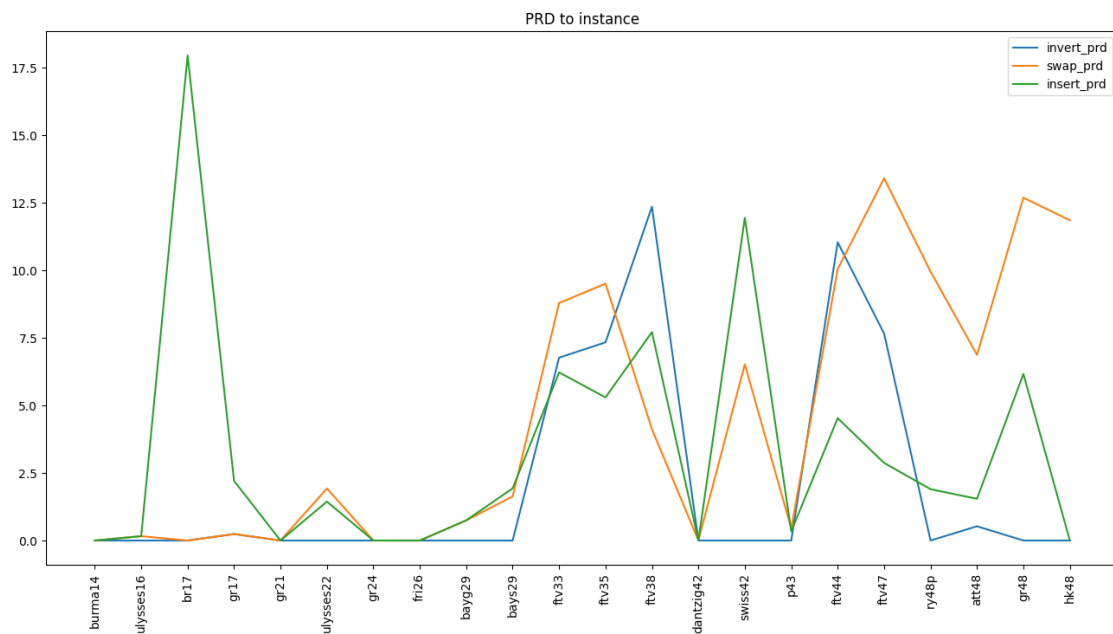
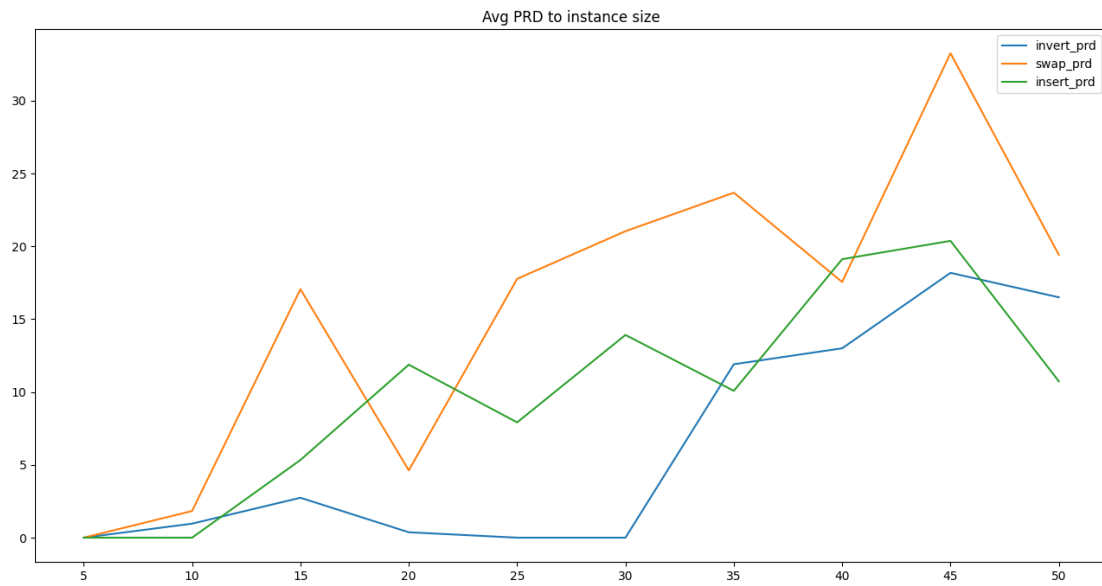
3 Wpływ wielkości instancji dla podstawowych parametrów na czas oraz PRD

Na wykresach przedstawiono zależność czasu od wielkości instancji oraz dla wybranego problemu z biblioteki TSPLib



Łatwo zauważyć że dla większych problemów algorytmy przeważnie potrzebują więcej czasu. Dodatkowo widać iż prostsze metody doboru sąsiedztwa czyli Swap oraz Insert potrzebowały mniej czasu oraz analogicznie trudniejsza czyli invert najwięcej czasu. Dodatkowo widać, iż dla niektórych trudniejszych instancji czas wykonywania znacząco się zwiększał.

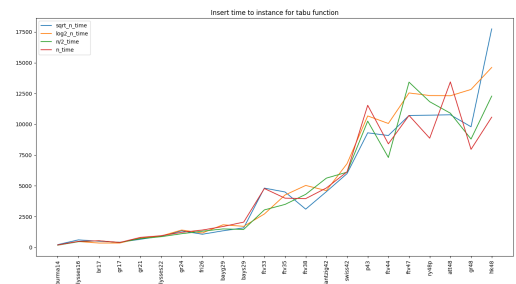
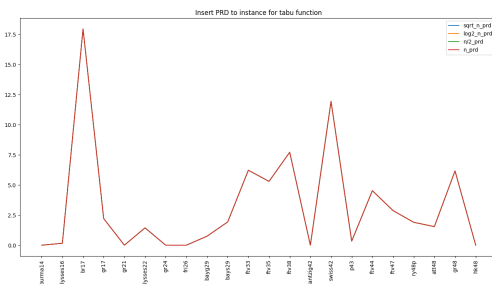
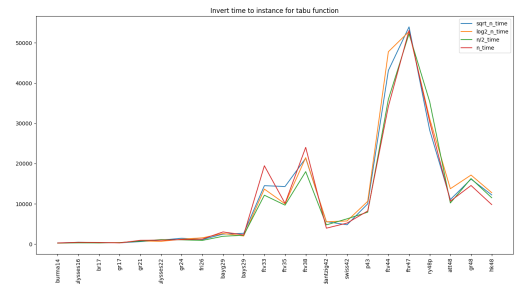
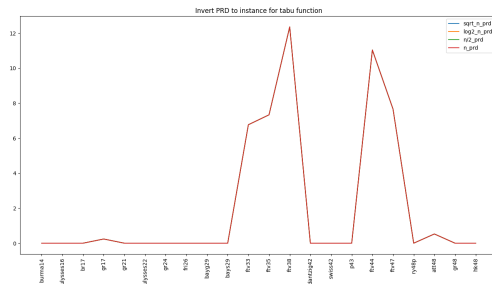
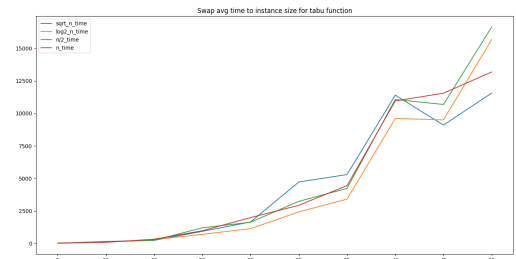
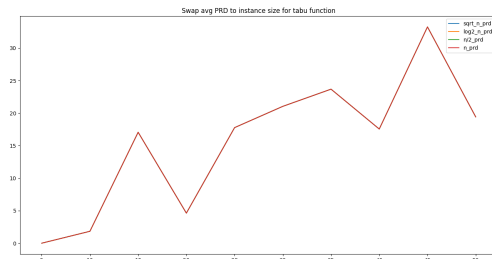
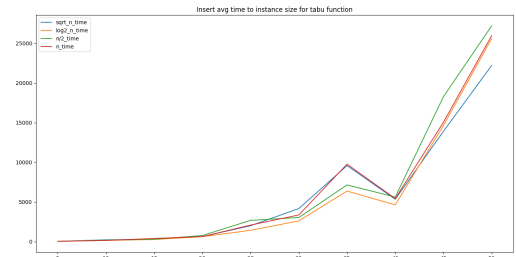
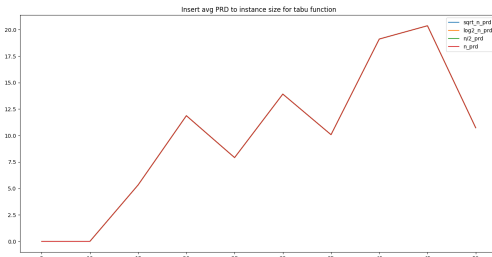
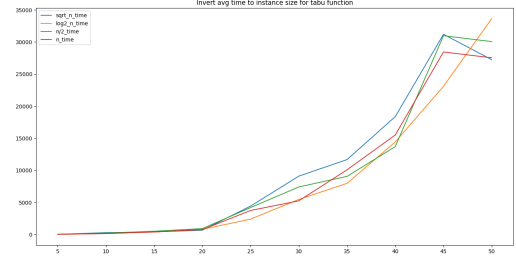
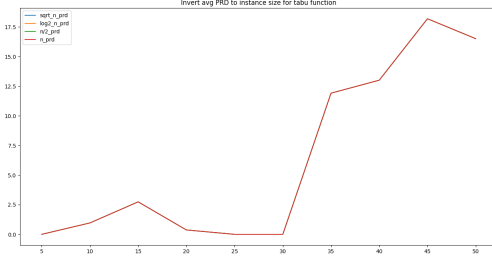
Wykresy przedstawiają wartości prd dla powyższych testów

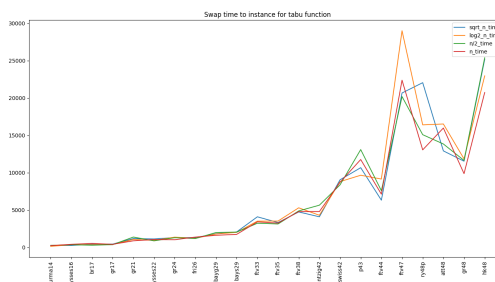
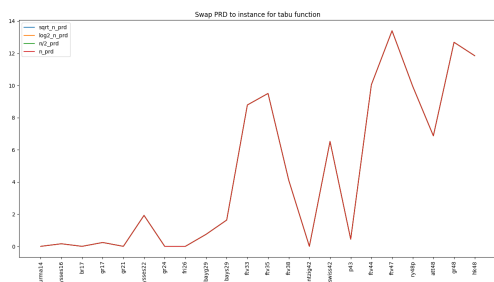


Przeważnie metoda invert dawała najlepsze wyniki często najlepsze znane. W przypadku instancji TSPLib w pojedynczych przypadkach sprawdzała się ona gorzej od pozostałych. Warto zauważyć że są to głównie instancje ftv co oznaczało by, że jest to specyficzny problem i należało by przeprowadzić dalsze badania specyfiki tego problemu.

4 Wpływ wielkości tablicy tabu na PRD oraz czas

Na wykresach przedstawiono zależność czasu od wielkości losowych instancji dla różnych wielkości listy tabu.

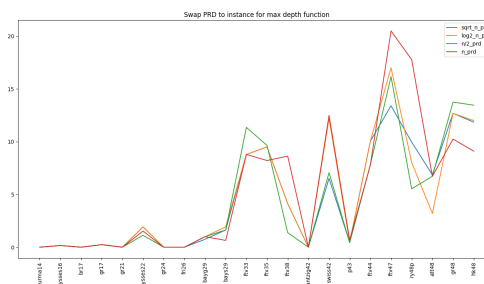
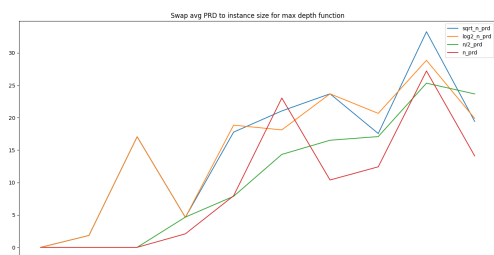
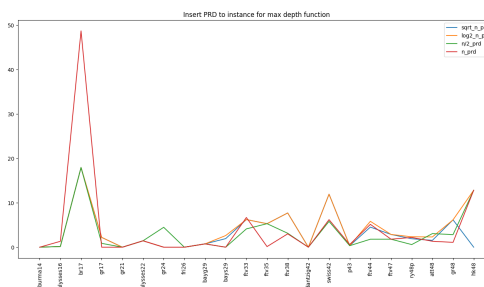
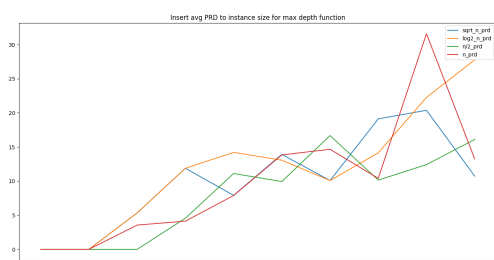
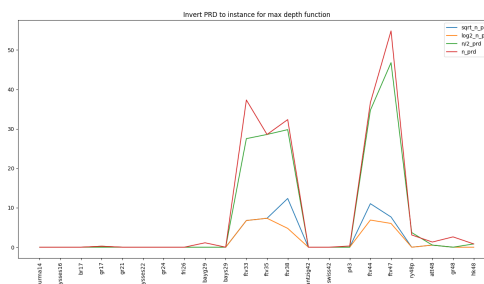
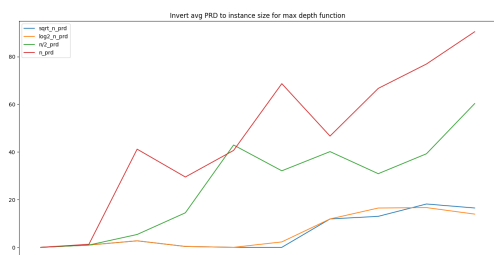




Przy wysatrczającej liczbie iteracji dla badanych funkcji wielkości tablicy wyniki są takie same, jednak średni czas wykonywania znacząco się różni, najlepsze okazały się funkcje `log` i `sqrt`. Zasada ta działała głównie dla instancji losowych. W przypadku konkretnych instancji TSPLib należało by przeprowadzić dalsze badania w celu znalezienia optymalnych funkcji wielkości tablicy tabu (prawdopodobnie zależnych od typu instancji)

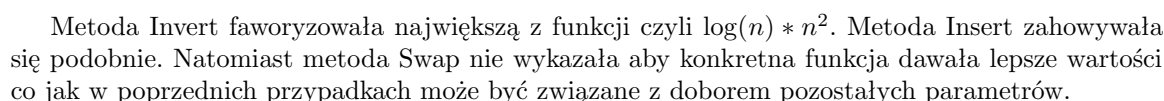
5 Wpływ maksymalnej liczby iteracji bez poprawy do nawrotu na PRD

Na wykresach przedstawiono zależność czasu od wielkości instancji dla różnych funkcji maksymalnych liczb iteracji bez poprawy do nawrotu.



Instancje TSPLib dla metody Invert zachowywały się podobnie. Natomiast metoda Swap oraz Insert często przyjmowały dobre wartości dla funkcji $n/2$ jednak istniała duża ilość przypadków gdzie inne funkcje radziły sobie lepiej. Możliwe, że jest to kwestia korelacji z innymi parametrami wywołania które były optymalizowane głównie pod metodę Invert.

Na wykresach przedstawiono zależność prd od wielkości lub typu instancji dla różnych maksymalnych liczb iteracji bez poprawy.



7

Ciekawym spostrzeżeniem okazał się fakt (niestety nie zawarty na wykresach) iż dla niektórych instancji osiągnięta została maksymalna liczba iteracji. Po uruchomieniu tych instncji z większym limitem iteracji można było zaobserwować znaczące poprawy wyników. Badanie to jednak nie zostało ukończone głównie ze względu na ilości czasu potrzebne na liczenie dużych instancji z taką ilością iteracji.