Sprawozdanie z laboratorium:
Metaheurystyki i Obliczenia Inspirowane Biologicznie

Część I: Algorytmy optymalizacji lokalnej, problem STSP

12 listopada 2017

Prowadzący: dr hab. inż. Maciej Komosiński

Autorzy:	**Patryk Gliszczyński**	inf117228	ISWD	patryk.gliszczynski@student.put.poznan.pl
	Mateusz Ledzianowski	inf117226	ISWD	mateusz.ledzianowski@student.put.poznan.pl

Zajęcia w środy, 15:10.

Oświadczam/y, że niniejsze sprawozdanie zostało przygotowane wyłącznie przez powyższych autora/ów, a wszystkie elementy pochodzące z innych źródeł zostały odpowiednio zaznaczone i są cytowane w bibliografii.

Udział autorów

- PG zaimplementował..., przeprowadził eksperyment..., opisał..., przygotował...
- ML zaimplementowała..., przeprowadziła eksperyment..., opisała..., przygotowała...

1 Symetryczny problem komiwojażera (STSP)

1.1 Opis problemu

Symetryczny problem komiwojażera modeluje sytuację znaną z rzeczywistego świata, w której osoba ma odwiedzić konkretne miejsca w dowolnej kolejności i wrócić do miejsca początkowego tak, aby pokonać jak najkrótszą drogę. Z tego typu zadaniem mierzą się przede wszystkim wszyscy dostawcy, listonosze, akwizytorzy. W symetrycznym problemie komiwojażera odległości pomiędzy dwoma miejscami są takie same w obie strony. Problem nie daje możliwości tworzenia dróg jednokierunkowych, a także budowana sieć dróg jest grafem pełnym.

1.2 Złożoność

W tak postawionym problemie, istnieje różnych $\theta(n!)$ rozwiązań, gdzie n oznacza liczbę miejsc do odwiedzenia. Miejsca możemy odwiedzać w dowolnej kolejności, więc jeśli zostaną one ponumerowane od 1 do n, każda permutacja n-elementowa może reprezentować pełne rozwiązanie. Rozwiązanie w postaci permutacji możemy odczytywać w taki sposób, że z miejsca na pozycji i, przemieszczamy się do miejsca na pozycji $i+1$, pamiętając o tym, żeby z miejsca na pozycji n wrócić do startowego o indeksie 1. Przestrzeń rozwiązań jest więc bardzo duża i trudno jest przejrzeć je wszystkie. Jeśli bylibyśmy w stanie sprawdzać $1'000'000'000$ rozwiązań w czasie 1 sekundy, rozwiązania dokładnego dla $n = 16$, szukalibyśmy przez ok. $6h$, a znalezienie go dla $n = 20$ zajęłoby 77 lat.

1.3 Rozwiązanie losowe

Ponieważ rozwiązania można reprezentować w postaci permutacji, da się w łatwy i szybki sposób wygenerować losowe początkowe rozwiązanie dla wielu innych algorytmów poprzez wygenerowanie losowej permutacji. Złożoność generowania permutacji to $\theta(n)$, gdzie n jest jej długością. Aby wygenerować losową permutację należy zastosować poniższą procedurę:

1. Wypełnij tablicę liczbami od 1 do n.
2. $i := n$.
3. Zamień element z pozycji $i - 1$ z elementem na losowej wcześniejszej lub tej samej pozycji (od 0 do $i - 1$).
4. $i := i - 1$.
5. Jeżeli $i > 1$, wróć do kroku 2.

1.4 Heurystyka

Dla problemu komiwojażera istnieje prosta heurystyka o złożoności $\theta(n^2)$, dająca zadowalające wyniki - przeciętnie odległe od rozwiązania optymalnego o $10 - 15\%$. [1] Polega ona na wykonaniu poniższych kroków:

1. Wybierz losowe miasto początkowe.
2. Znajdź najbliższe nieodwiedzone miasto i udaj się tam.
3. Jeśli pozostały jeszcze jakieś nieodwiedzone miasta, idź do kroku 2.
4. Wróć do początkowego miasta.

1.5 Wybrane instancje

...

2 Optymalizacja lokalna

2.1 Wstęp

...

2.2 Operatory sąsiedztwa

...

2.3 Greedy

...

2.4 Steepest

...

Rysunek 1: Porównanie średnich rozwiązań na różnych instancjach.

Rysunek 2: Porównanie najlepszych znalezionych rozwiązań przez algorytmy na różnych instancjach.

Rysunek 3: Porównanie czasu działania algorytmów na poszczególnych instancjach.

Rysunek 4: Porównanie efektywności algorytmów na poszczególnych instancjach.

Rysunek 5: Porównanie algorytmów Greedy Search i Steepest pod względem liczby kroków do zatrzymania.

3 Eksperymenty

3.1 Odległość od optimum

3.1.1 Przypadek średni

...

3.1.2 Przypadek najlepszy

...

3.2 Czas działania

...

3.3 Efektywność algorytmów

3.3.1 Wybrana miara

...

3.3.2 Wyniki

...

3.4 Średnia liczba kroków

...

Rysunek 6: Porównanie algorytmów Greedy Search i Steepest pod względem liczby przeszukanych rozwiązań.

Rysunek 7: Porównanie jakości rozwiązań początkowych i końcowych przez algorytmy Greedy Search i Steepest.

Rysunek 8: Porównanie jakości rozwiązań algorytmów Gready Search i Steepest w zależności od liczby uruchomień tych algorytmów dla różnych rozwiązań początkowych.

Rysunek 9: Porównanie odległości znajdowanych rozwiązań przez algorytmy od rozwiązania optymalnego.

3.5 Średnia liczba przeszukanych rozwiązań

...

3.6 Greedy Search

3.6.1 Jakość rozwiązania początkowego a końcowego

...

3.6.2 Wielokrotne uruchamianie dla różnych rozwiązań początkowych

...

3.7 Porównanie rozwiązań

3.7.1 Miara odległości rozwiązań od rozwiązania optymalnego

...

3.7.2 Wyniki

...

4 Podsumowanie

4.1 Wnioski

...

4.2 Trudności

...

4.3 Propozycje udoskonaleń

Literatura

[1] Christian Nilsson. Heuristics for the traveling salesman problem. `https://web.tuke.sk/fei-cit/butka/hop/htsp.pdf`.