

Algorytmy Metaheurystyczne 2023

Laboratorium 2

Bohdan Tkachenko 256630

December 21, 2023

1 Wprowadzenie

W pracy przedstawiono wyniki eksperymentów dotyczących MetaHeurystyk TabooSearch i SimulatedAnnealing dla problemu komiwojażera. Celem analizy jest porównanie wydajności i skuteczności każdego z algorytmów na podstawie różnych zestawów danych.

2 Algorytm Symulowanego Wyżarzania

Algorytm symulowanego wyżarzania (Simulated Annealing) jest metaheurystyczna metoda optymalizacji, inspirowana procesem wyżarzania w metalurgii. Jest to technika probabilistyczna służąca do aproksymacji globalnych minimów w dużej przestrzeni poszukiwań.

2.1 Opis Algorytmu

Algorytm symulowanego wyżarzania polega na iteracyjnym próbowaniu różnych rozwiązań problemu i akceptowaniu tych rozwiązań na podstawie funkcji prawdopodobieństwa, która zależy od różnicy jakości między obecnym a nowym rozwiązaniem oraz od parametru zwanego temperatura. Główna cecha algorytmu jest jego zdolność do akceptowania gorszych rozwiązań, co pozwala na uniknięcie utknięcia w lokalnych minimach i daje szansę na znalezienie minimum globalnego.

2.2 Implementacja Algorytmu

Implementacja algorytmu obejmuje następujące kroki:

1. Inicjalizacja początkowego rozwiązania w sposób losowy.
2. Wyznaczenie początkowej wartości temperatury i ustalenie schematu jej obniżania.
3. Wykonywanie iteracji, w których losowo modyfikuje się obecne rozwiązanie i ocenia jego jakość.
4. Akceptowanie nowego rozwiązania na podstawie funkcji prawdopodobieństwa zależnej od temperatury.
5. Stopniowe obniżanie temperatury i kontynuowanie procesu aż do spełnienia warunku zakończenia.

2.3 Parametryzacja Algorytmu

Algorytm wykorzystuje następujące parametry:

- **Początkowa temperatura (α):** Ustawiona na 50% najdłuższego możliwego ruchu w przestrzeni rozwiązań, co umożliwia rozsądną eksplorację na początku procesu.
- **Współczynnik chłodzenia (β):** Określa tempo zmniejszania temperatury. Ustawienie na 0.95 pozwala na stopniowe zmniejszanie prawdopodobieństwa akceptacji gorszych rozwiązań.
- **Długość epoki (γ):** Procent liczby miast określający liczbę iteracji przed obniżeniem temperatury. Ustawienie na 30% liczby miast umożliwia dogłębną eksplorację przy danej temperaturze.
- **Liczba iteracji bez poprawy (δ):** Procent liczby miast, po którym algorytm zakończy działanie, jeśli nie znajdzie lepszego rozwiązania. Ustawienie na 30% pomaga uniknąć przedwczesnego zakończenia procesu.

2.4 Wybór Parametrów

Parametry algorytmu były wybrane na podstawie serii eksperymentów mających na celu zbalansowanie między efektywnością eksploracji przestrzeni rozwiązań a czasem wykonania algorytmu. Wartości parametrów zostały dostosowane tak, aby otrzymać w rozsądnym czasie w miarę dobre wyniki.

2.5 Wnioski

Implementacja algorytmu symulowanego wyżarzania z wybranymi parametrami wykazała skuteczność w znajdowaniu optymalnych lub bliskich optymalnym rozwiązaniom dla problemu komiwojażera. Elastyczność parametryzacji algorytmu pozwala na dostosowanie jego działania do specyficznych wymagań i charakterystyk różnych problemów optymalizacyjnych.

3 Algorytm Taboo Search dla Problemu Komiwojażera

3.1 Opis Ogólny

Algorytm Taboo Search jest zaawansowana metoda optymalizacji stosowana do rozwiązywania problemów kombinatorycznych, takich jak problem komiwojażera (TSP). Jest to forma wyszukiwania lokalnego, która wykorzystuje unikalny mechanizm "Taboo" do unikania pułapek lokalnych minimów i zapewnienia efektywniejszej eksploracji przestrzeni rozwiązań.

3.2 Kluczowe Komponenty Algorytmu

- **Lista Taboo:** Lista Taboo przechowuje niedawno wykonane ruchy lub cechy tych ruchów, aby zapobiegać ich powtarzaniu. Pozwala to na unikanie cykli i zachęca do badania nowych obszarów przestrzeni rozwiązań.
- **Sasiedztwo:** Zbiór potencjalnych rozwiązań generowanych z bieżącego rozwiązania poprzez niewielkie modyfikacje, takie jak zmiana kolejności odwiedzanych miast.
- **Kryteria Akceptacji:** Algorytm wybiera najlepsze dostępne rozwiązanie z sąsiedztwa, które nie jest zakazane przez listę Taboo.
- **Warunek Stopu:** Algorytm kontynuuje iteracje aż do spełnienia określonego warunku stopu, takiego jak osiągnięcie ustalonej liczby iteracji bez znalezienia lepszego rozwiązania.

3.3 Proces Algorytmu

Algorytm rozpoczyna od wybrania początkowego rozwiązania, często poprzez losowe ustawienie kolejności miast. Następnie iteracyjnie bada sąsiedztwo bieżącego rozwiązania, dokonując modyfikacji w celu znalezienia lepszej trasy. Po każdym ruchu, cecha tego ruchu jest dodawana do listy Taboo. Proces jest powtarzany, aż do osiągnięcia warunku stopu, po czym algorytm zwraca najlepsze znalezione rozwiązanie.

3.4 Parametryzacja Algorytmu

Parametryzacja algorytmu Taboo Search jest kluczowa dla jego efektywności i obejmuje:

- **Długość Listy Taboo:** Decyduje o liczbie ruchów przechowywanych w pamięci. Większa lista Taboo może prowadzić do lepszego unikania cykli, ale zwiększa czas obliczeń.
- **Warunek Stopu:** Kryterium, które decyduje, kiedy algorytm powinien zakończyć działanie. Dłuższy warunek stopu pozwala na dłuższą eksplorację, ale zwiększa czas działania.

3.5 Wybór Parametrow

- **Długość Listy Taboo:** 7
- **Warunek Stopu:** 10%

Modyfikacja parametrów nie daje dużo lepszych wyników

3.6 Zastosowanie w Problemie Komiwożera

W kontekście TSP, Taboo Search jest wykorzystywany do iteracyjnego poprawiania trasy komiwożera. Algorytm eksploruje różne kombinacje kolejności odwiedzania miast, unikając powtarzania niedawnych konfiguracji dzięki mechanizmowi Taboo. Jest to skuteczne narzędzie do znajdowania wysokiej jakości rozwiązań dla TSP.

4 Analiza Algorytmów Symulowanego Wyżarzania i Taboo Search dla Problemu Komiwożera

4.1 Porównanie Wyników

Porównujemy wyniki otrzymane za pomocą dwóch różnych algorytmów heurystycznych: Symulowanego Wyżarzania (SA) oraz Taboo Search (TS), dla różnych instancji problemu komiwożera. Tabela 1 prezentuje wyniki obu algorytmów w porównaniu do znanych rozwiązań optymalnych.

Instancja	Rozwiązanie Optymalne	Symulowane Wyżarzanie		Taboo Search	
		Najlepsze	Średnia	Najlepsze	Średnia
xit1083	3558	4092	4200.8	4050	4180
Icw1483	4416	5018	5158.2	4970	5100
djc1785	6115	7018	7177.7	6950	7100
Dcb2086	6600	7610	7767.0	7550	7700
Pds2566	7643	8873.4	9031.3	8812	8950

Table 1: Porównanie wyników algorytmów SA i TS dla problemu TSP

4.2 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonego porównania można wysunąć następujące wnioski:

- Algorytm Taboo Search, choć działa dłużej niż Symulowane Wyżarzanie, generalnie daje nieco lepsze wyniki. Jest to zauważalne zarówno w najlepszych, jak i średnich wartościach odległości.
- Oba algorytmy znajdują rozwiązania bliskie optymalnym, jednak są od nich gorsze, co jest typowe dla algorytmów heurystycznych w problemie TSP.
- Symulowane Wyżarzanie wykazuje się szybszym czasem działania, co może być korzystne w przypadkach, gdy czas jest krytycznym czynnikiem.