

„Adaptacyjny algorytm optymalizacji stadnej cząsteczek dla dynamicznego problemu komiwojażera”

Streszczenie rozprawy doktorskiej

mgr Łukasz Strąk

Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem
dr hab. Urszuli Boryczki

Promotor pomocniczy
dr Rafał Skinderowicz

Głównym założeniem pracy jest zastosowanie pamięci feromonowej w dyskretnej wersji algorytmu PSO (ang. *Discrete Particle Swarm Optimization*) w celu dostosowania go do rozwiązywania dynamicznego problemu komiwojażera – DTSP (ang. *Dynamic Traveling Salesman Problem*). Problem komiwojażera ma znaczenie nie tylko teoretyczne (wiele problemów kombinatorycznych da się sprowadzić do problemu TSP), ale również praktyczne – szczególnie w transporcie, z którego się wywodzi. Asumptem do powstania dynamicznej wersji problemu są względy praktyczne. Niejednokrotnie może zdarzyć się korek na drodze, skutkiem czego trasa ulega wydłużeniu. Odległość między wierzchołkami może oznaczać nie tylko dystans, ale również, np. czas czy też poniesiony koszt. Dzięki temu zakres zastosowań problemu statycznego i dynamicznego TSP znacząco się powiększa. W pracy, dynamiczny problem komiwojażera zdefiniowano jako sekwencję następujących po sobie statycznych problemów komiwojażera (podproblemów). Różnią się one od siebie pewnym procentem zmian w macierzy odległości. Pomimo dużej liczby prac poświęconych problemowi statycznemu, jak i dynamicznemu, wciąż wiele pytań pozostaje otwartych. Szczególnie dotyczących dynamicznej wersji TSP.

Praca obejmuje swoją tematyką następujące obszary:

- analizę teoretyczną i praktyczną problemu komiwojażera oraz jego dynamicznej wersji,
- przegląd literatury związanej z inteligencją obliczeniową oraz najważniejsze pojęcia związane z tą dziedziną wiedzy jak, np. synergia czy kooperacja,
- opis wybranych algorytmów inteligencji obliczeniowej wraz z omówieniem ich działania.

Kolejne rozdziały pracy zawierają:

- opis działania zaproponowanej w pracy wersji algorytmu optymalizacji stadnej cząsteczek z feromonem oraz sposób jego dostosowania do omawianego problemu,
- analiz wpływu wartości parametrów opracowanego rozwiązania na jakość uzyskanych wyników,
- omówienie samoadaptacyjnej (heterogenicznej) wersji algorytmu DPSO,
- oszacowanie użyteczności wiedzy o rozwiązaniu poprzedniego podproblemu do przyspieszenia zbieżności algorytmu DPSO dla nowego podproblemu w rozwiązywanym problemie DTSP,
- porównanie za pomocą testów statystycznych hybrydowego algorytmu DPSO z feromonem z wybranymi algorytmami inteligencji obliczeniowej: ACO (ang. *Ant Colony Optimization*) oraz PACO (ang. *Population Ant Colony Optimization*).

Zaproponowane w pracy narzędzie używa ograniczonej listy sąsiedztwa dla każdego wierzchołka. Zabieg ten redukuje przegląd przestrzeni rozwiązań i tym samym poprawia szybkość zbieżności algorytmu. Ma to swoje wady wśród których należy wymienić, to że w przypadku braku krawędzi należącej do rozwiązania optymalnego w sąsiedztwie wierzchołka prawdopodobieństwo znalezienia rozwiązania optymalnego maleje. W pracy zastosowano bardzo efektywne sąsiedztwo Helsgauna.

Wiele miejsca poświęcono również badaniu wpływu różnych wartości parametrów na działanie algorytmu DPSO z feromonem, co było asumptem do powstania algorytmu heterogenicznego. W algorytmie

tym każda cząsteczka może posiadać inne wartości parametrów. Jednak zupełna ich dowolność może prowadzić do chaotycznego przeszukiwania przestrzeni rozwiązań. Dlatego dobrano taki rozkład prawdopodobieństw wyboru konkretnych wartości parametrów, aby temu zapobiec. Poprzedzała je analiza charakterystycznych wartości algorytmu DPSO z feromonem. Różnorodność wartości parametrów poprawiła jakość otrzymanych wyników. Jednak głównym celem powstania wersji heterogenicznej była redukcja liczby parametrów algorytmu. Ostatecznie parametry ograniczono do liczby iteracji, wielkości stada oraz rozmiaru sąsiedztwa. Są to parametry, których wartości powinny być wyznaczane na podstawie rozmiaru problemu (n) oraz dostępnego budżetu obliczeniowego, gdyż dwa pierwsze wpływają na czas obliczeń. Trzeci parametr wpływa na stopień eksploracji i eksploatacji przestrzeni rozwiązań.

Teza pracy „Zastosowanie pamięci feromonowej oraz heterogeniczności wartości parametrów w dynamicznym algorytmie PSO dla dynamicznego problemu komiwojażera pozwala poprawić jakość otrzymanych wyników” została potwierdzona na podstawie wyników eksperymentów obliczeniowych podanych analizie statystycznej.