**Nghiên cứu cơ sở lý thuyết, ứng dụng và cài đặt giải thuật di truyền để giải bài toán Người du lịch (Traveling Salesman Program)**

**1. Giới thiệu**

**1.1. Đặt vấn đề**

- Bài toán :Người du lịch (Traveling Salesman Problem - TSP) là một bài toán tối ưu hóa tổ hợp phổ biến trong lý thuyết đồ thị và có nhiều ứng dụng thực tế. Mục tiêu của bài toán là tìm lộ trình ngắn nhất mà một người du lịch phải đi qua tất cả các thành phố đúng một lần và quay trở lại thành phố ban đầu. Đây là một bài toán thuộc loại NP-khó, nghĩa là không có thuật toán nào có thể giải quyết bài toán này trong thời gian đa thức cho mọi trường hợp.

* Giải thuật di truyền (Genetic Algorithm - GA) là một trong những phương pháp tối ưu hóa dựa trên nguyên tắc chọn lọc tự nhiên của Darwin. Thuật toán này mô phỏng quá trình tiến hóa sinh học thông qua các khái niệm như quần thể, chọn lọc tự nhiên, lai ghép, đột biến, và cho phép tìm kiếm lời giải gần đúng cho các bài toán phức tạp như TSP.

**1.2. Mục tiêu nghiên cứu**

Mục tiêu của nghiên cứu là:

- Tìm hiểu cơ sở lý thuyết về giải thuật di truyền và cách áp dụng vào bài toán Người du lịch.

- Xây dựng và cài đặt thuật toán di truyền để giải bài toán TSP.

- Đánh giá hiệu quả của giải thuật qua các kết quả thực nghiệm và so sánh với các phương pháp giải khác.

**1.3. Phạm vi nghiên cứu**

Phạm vi nghiên cứu của đề tài bao gồm:

- Nghiên cứu lý thuyết về bài toán Người du lịch và các thuật toán giải phổ biến.

- Phân tích các thành phần của giải thuật di truyền, bao gồm các bước khởi tạo, chọn lọc, lai ghép, đột biến và cập nhật quần thể.

- Ứng dụng giải thuật di truyền vào bài toán Người du lịch với các bài toán cụ thể và dữ liệu thực tế.

- So sánh hiệu quả của giải thuật di truyền với các phương pháp giải khác (như thuật toán tham lam, vét cạn).

**1.4. Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp nghiên cứu bao gồm:

- Nghiên cứu lý thuyết: Tìm hiểu các tài liệu khoa học, sách và bài báo liên quan đến giải thuật di truyền và bài toán Người du lịch.

- Phân tích và thiết kế: Xây dựng giải thuật di truyền áp dụng vào bài toán TSP, từ việc mã hóa lời giải, thiết kế hàm fitness, đến các bước lai ghép và đột biến.

- Thực nghiệm: Cài đặt giải thuật bằng ngôn ngữ lập trình Python hoặc Java. Thực nghiệm với các bộ dữ liệu khác nhau để đánh giá hiệu quả của thuật toán.

- Đánh giá và so sánh: Đánh giá hiệu suất thuật toán dựa trên các tiêu chí như độ chính xác, thời gian thực thi và khả năng tìm kiếm lời giải tốt nhất. So sánh kết quả với các phương pháp giải khác để kiểm chứng hiệu quả của giải thuật di truyền trong việc giải bài toán TSP.

**2. Tổng quan về bài toán Người du lịch (TSP)**

**2.1. Định nghĩa bài toán Người du lịch**

Bài toán Người du lịch (Traveling Salesman Problem - TSP) là một trong những bài toán nổi tiếng và quan trọng trong lĩnh vực tối ưu hóa tổ hợp. Bài toán được phát biểu như sau:

Cho một tập hợp các thành phố và chi phí di chuyển (khoảng cách) giữa từng cặp thành phố, nhiệm vụ là tìm một hành trình ngắn nhất mà người du lịch phải đi qua mỗi thành phố đúng một lần và quay trở lại thành phố ban đầu.

Bài toán TSP có thể được biểu diễn dưới dạng đồ thị đầy đủ, trong đó mỗi đỉnh đại diện cho một thành phố, mỗi cạnh giữa hai đỉnh đại diện cho khoảng cách hoặc chi phí giữa hai thành phố đó. Mục tiêu là tìm đường đi ngắn nhất qua tất cả các đỉnh và quay lại điểm xuất phát.

**2.2. Các phương pháp giải truyền thống cho bài toán TSP**

**2.2.1. Phương pháp vét cạn (Brute Force)**

Phương pháp vét cạn (brute force) là cách tiếp cận đơn giản nhất để giải quyết bài toán TSP. Trong phương pháp này, tất cả các hoán vị của các thành phố được tạo ra, và sau đó tổng chiều dài của mỗi hành trình được tính toán để tìm ra hành trình ngắn nhất.

* Ưu điểm: Phương pháp này đảm bảo tìm được lời giải tối ưu.
* Nhược điểm: Với số lượng thành phố tăng lên, số lượng hoán vị cần xét tăng theo cấp số nhân (n!), dẫn đến thời gian thực thi rất lớn. Vì vậy, phương pháp vét cạn chỉ áp dụng được cho các bài toán với số lượng thành phố nhỏ.

**2.2.2. Phương pháp quy hoạch động (Dynamic Programming)**

Phương pháp quy hoạch động dựa trên việc chia bài toán lớn thành các bài toán con nhỏ hơn và giải quyết chúng một cách tuần tự. Đối với TSP, phương pháp quy hoạch động có thể được áp dụng dựa trên một biến thể của thuật toán Bellman-Held-Karp.

Thuật toán quy hoạch động chia bài toán thành các bài toán con bằng cách tìm kiếm đường đi tối ưu từ một thành phố xuất phát qua các tập con của các thành phố khác và kết thúc tại thành phố cuối cùng.

* Ưu điểm: Giảm bớt số lượng phép tính cần thiết so với phương pháp vét cạn.
* Nhược điểm: Mặc dù ít phức tạp hơn phương pháp vét cạn, quy hoạch động vẫn có độ phức tạp thời gian là O(n2⋅2n), nên vẫn không khả thi đối với số lượng thành phố lớn.

**2.2.3. Các phương pháp xấp xỉ (Approximation Methods)**

Các phương pháp xấp xỉ được sử dụng khi bài toán TSP có quy mô lớn và không thể giải quyết bằng các phương pháp chính xác trong thời gian hợp lý. Những phương pháp này cho phép tìm ra lời giải gần đúng với độ chính xác chấp nhận được trong thời gian ngắn hơn. Một số phương pháp xấp xỉ phổ biến gồm:

* Thuật toán tham lam (Greedy Algorithm): Đây là thuật toán đơn giản, trong đó người du lịch luôn chọn thành phố gần nhất chưa được ghé thăm.
  + Ưu điểm: Thời gian thực thi nhanh.
  + Nhược điểm: Không đảm bảo tìm được lời giải tối ưu.
* Thuật toán gần đúng 2-opt: Thuật toán này cải thiện lời giải bằng cách thay đổi hai đoạn của hành trình nhằm rút ngắn tổng khoảng cách.
  + Ưu điểm: Nâng cao chất lượng lời giải tham lam ban đầu.
  + Nhược điểm: Dễ rơi vào cực trị cục bộ và không đảm bảo tìm được lời giải tối ưu.
* Thuật toán di truyền (Genetic Algorithm): Dựa trên mô hình tiến hóa sinh học, thuật toán di truyền là một trong những phương pháp xấp xỉ mạnh mẽ để giải bài toán TSP, đặc biệt với các bài toán lớn.
  + Ưu điểm: Có khả năng tìm kiếm lời giải gần tối ưu trong thời gian hợp lý.
  + Nhược điểm: Hiệu suất và độ chính xác phụ thuộc nhiều vào các tham số của thuật toán.

Tóm lại, bài toán TSP là một bài toán tối ưu hóa phức tạp và có nhiều phương pháp tiếp cận khác nhau để giải quyết. Các phương pháp truyền thống như vét cạn và quy hoạch động phù hợp cho các bài toán nhỏ, trong khi các phương pháp xấp xỉ như thuật toán di truyền có thể giải quyết bài toán có quy mô lớn hơn với thời gian tính toán hợp lý.