

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

# ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Giải thuật tiến hóa đa quần thể cho bài toán định  
tuyến trong mạng đa miền

NGUYỄN THÚY LINH

linh.nt183575@sis.hust.edu.vn

Ngành: Khoa học máy tính

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Thị Kim Anh

Chữ kí GVHD

Khoa: Khoa học máy tính

Trường: Công nghệ Thông Tin và Truyền thông

HÀ NỘI, 02/2023

# LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình học tập, và hoàn thành đồ án này, em đã nhận được rất nhiều sự hướng dẫn tận tình quý báu của thầy cô, anh chị cùng các bạn. Với lòng biết ơn sâu sắc em xin được bày tỏ lời cảm ơn đến:

- Ban giám hiệu trường Công nghệ Thông Tin và Truyền thông - Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tạo điều kiện thuận lợi để em hoàn thành đồ án

- Em xin cảm ơn TS. Nguyễn Thị Kim Anh cùng ThS. Đỗ Tuấn Anh đã hết lòng giúp đỡ, bảo ban, động viên và tạo mọi điều kiện để em hoàn thành tốt được đồ án tốt nghiệp.

- Em xin chân thành cảm ơn PSG. TS Huỳnh Thị Thanh Bình cùng các anh chị tại MSO Lab đã tạo điều kiện thuận lợi về cơ sở vật chất, môi trường nghiên cứu giúp em an tâm hoàn thành và thực hiện đồ án.

- Cảm ơn các anh chị khóa trên cùng các bạn, các em tại MSO Lab đã cùng đồng hành giúp đỡ em trong quá trình tìm hiểu đề tài, tìm kiếm tài liệu cho đồ án.

- Xin cảm ơn bố mẹ và gia đình đã luôn ở bên giúp đỡ quá trình học tập của con để hôm nay con hoàn thành đồ án quan trọng đời sinh viên.

Trong quá trình làm đồ án do sự hạn chế về thời gian và kiến thức nên có nhiều sai sót rất mong các thầy cô bỏ qua. Đồng thời, với kinh nghiệm và kiến thức còn hạn chế, em rất mong nhận được sự đóng góp từ thầy cô để đồ án của em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

# TÓM TẮT NỘI DUNG ĐỒ ÁN

Từ lâu, giải quyết các bài toán liên quan đến đồ thị luôn là vấn đề quan trọng vì nó có thể giúp ích rất nhiều trong các hệ thống vận tải, tưới tiêu, hệ thống hậu cần,... Xuất phát từ thực tế này, bài toán định tuyến trong mạng đa miền ra đời để giải quyết bài toán định tuyến trong mạng.

Dựa trên bối cảnh của mô hình h-PCE phân cấp trong đó PCE-parent thực hiện tính toán đường dẫn liên miền dựa trên thông tin định tuyến nội miền thu thập được từ các PCE con của nó. Tuy nhiên khi số lượng các nút và miền tăng lên thì mô hình này dần thể hiện ra những nhược điểm ở hai vấn đề. Một là khả năng tính toán của PCE-parent, hai là khả năng liên lạc của PCE-parent và PCE con. Do đó, bài toán IDPC-DU bổ sung thêm một điều kiện được gọi là ràng buộc miền duy nhất (DU) để giảm độ trễ của h-PCE đó là ngăn chặn một đường dẫn truy cập trên một miền nhiều hơn một lần.

Do sự phức tạp của bài toán IDPC-DU, nên sử dụng một giải thuật meta-heuristic một kĩ thuật phù hợp để giải quyết bài toán này. Trong các giải thuật meta-heuristic hiệu nay, nhóm các giải thuật lấy ý tưởng từ trí thông minh bầy đàn đang là xu hướng vì đem lại hiệu quả tốt trong việc tìm kiếm lời giải tối ưu. Một trong số các giải thuật đó là DSA [1] đang được đánh giá hiệu quả hơn PSO [6]. Thêm vào đó, để giải quyết nhu cầu trong thực tế rằng luôn có rất nhiều bài toán định tuyến trong mạng đa miền trong hệ thống mạng nên việc tối ưu hóa khi thực hiện nhiều nhiệm vụ cùng một lúc là vấn đề nhất định phải giải. Xuất phát từ vấn đề đó, đồ án này sẽ giới thiệu giải thuật tiến hóa đa quần thể Multi-Population Duck Swarm Algorithm (viết tắt là MP-DSA), để giải quyết đồng thời nhiều bài toán định tuyến trong mạng đa miền trong một thời điểm.

Những đóng góp của đồ án này có thể tóm tắt như sau:

- Áp dụng giải thuật bầy vịt cho bài toán IDPC-NDU đơn nhiệm.
- Đề xuất giải thuật tiến hóa đa quần thể MP-DSA cho bài toán IDPC-NDU
- Thực nghiệm và so sánh kết quả

Từ các đóng góp đó, đồ án này sẽ có bố cục gồm bốn chương như sau:

Chương 1: Trình bày tổng quan bài toán định tuyến trong mạng đa miền cùng các nghiên cứu liên quan.

Chương 2: Cơ sở lý thuyết bao gồm giải thuật bầy vịt và mô hình tiến hóa đa

quần thể được trình bày trong phần này.

Chương 3: Đề xuất giải thuật tiến hóa đa quần thể dựa trên bầy vịt giải bài toán định tuyến trong mạng đa miền

Chương 4: So sánh kết quả của giải thuật với các giải thuật trước đây

Chương 5: Đóng góp của đề án và hướng phát triển trong tương lai.

# MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ.....	ii
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	iii
DANH MỤC THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT .....	v
<b>CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI.....</b>	<b>1</b>
1.1 Bài toán định tuyến trong mạng đa miền .....	1
1.2 Các nghiên cứu liên quan .....	3
1.3 Mục tiêu và định hướng giải pháp .....	4
1.4 Đóng góp của đề án .....	5
1.5 Bố cục đề án .....	5
<b>CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tối ưu hóa bầy đàn - PSO .....	6
2.2 Giải thuật bầy vịt - DSA .....	8
2.2.1 Mô hình toán học .....	9
2.2.2 Mã giả .....	11
2.3 Giải thuật tiến hóa đa quần thể.....	11
<b>CHƯƠNG 3. GIẢI THUẬT ĐỀ XUẤT.....</b>	<b>14</b>
3.1 Biểu diễn cá thể.....	14
3.1.1 Mã hóa cá thể .....	14
3.1.2 Giải mã cá thể.....	16
3.2 Giải thuật tiến hóa đa quần thể MP-DSA.....	17
3.2.1 Khởi tạo quần thể.....	18
3.2.2 Di chuyển.....	19

3.2.3 Trao đổi tri thức .....	21
3.3 Mã giả .....	27
<b>CHƯƠNG 4. ĐÁNH GIÁ THỰC NGHIỆM.....</b>	<b>28</b>
4.1 Dữ liệu thử nghiệm .....	28
4.2 Tiêu chí đánh giá kết quả.....	28
4.3 Cài đặt thử nghiệm.....	28
4.4 Kịch bản thử nghiệm.....	29
4.5 Kết quả thực nghiệm .....	29
4.5.1 Thống kê phi tham số so sánh kết quả thuật đoán MP-DSA và các giải thuật hiện có.....	29
4.5.2 So sánh giữa giải thuật MP-DSA và các giải thuật hiện có.....	31
<b>CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN .....</b>	<b>34</b>
5.1 Kết luận .....	34
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>37</b>

## DANH MỤC HÌNH VẼ

1.1	Bài toán IDPC-NDU và các lời giải . . . . .	2
2.1	Hình vẽ mô tả hướng di chuyển của một cá thể dưới tác động của các cá thể khác . . . . .	6
2.2	Ba giai đoạn trong quá trình tìm kiếm và khai thác thức ăn của bầy vẹt . . . . .	8
2.3	Giá trị $\mu$ và $K$ trong quá trình tiến hóa . . . . .	10
2.4	Vị trí của mỗi cá thể dưới sự hợp tác hoặc cạnh tranh với các cá thể khác . . . . .	11
2.5	Mô hình tiến hóa đa quần thể cho một trường hợp đơn giản bao gồm hai nhiệm vụ [21] . . . . .	13
3.1	Đồ thị trước và sau khi được loại bỏ các cạnh không hợp lệ (cạnh đỏ)	15
3.2	Đồ thị đơn giản $G_D$ . . . . .	15
3.3	Mã hóa cá thể dựa trên độ ưu tiên . . . . .	16
3.4	Giải mã cá thể . . . . .	17
3.5	Sơ đồ của giải thuật MP-DSA . . . . .	18
3.6	Ví dụ về một phép lai ghép đơn giản $X_{i+1} = X_i + X_{leader}$ . . . . .	19
3.7	Quá trình đưa về không gian chung và lai ghép giữa $X_{iP1}$ và $X_{leaderP2}$	23
4.1	Tỉ lệ giá trị lời giải qua các thế hệ (%) . . . . .	32

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

4.1	Tóm tắt bộ dữ liệu của bài toán IDPC-NDU . . . . .	28
4.2	Tiêu chí đánh giá chất lượng đầu ra của giải thuật . . . . .	28
4.3	Kết quả của kiểm định Friedman, Iman-Davenport, Aligned Friedman và Quade ( $\alpha = 0.05$ ) . . . . .	29
4.4	Xếp hạng trung bình đạt được bằng các bài kiểm định Friedman, Friedman Aligned và Quade . . . . .	30
4.5	Giá trị z và p của Friedman, Quade với MP-DSA là thuật toán điều khiển . . . . .	30
4.6	Giá trị p được điều chỉnh cho kiểm định Friedman với MP-DSA là thuật toán điều khiển . . . . .	30
4.7	Giá trị p được điều chỉnh cho kiểm định QUADE với MP-DSA là thuật toán điều khiển . . . . .	30
4.8	Tóm tắt kết quả thu được của MP-DSA và các thuật toán hiện có. . .	31
4.9	Tóm tắt thời gian tính toán của các giải thuật trên từng bộ dữ liệu ( <i>phút</i> ) . . . . .	32
4.10	Chi tiết kết quả của các giải thuật trên từng bộ dữ liệu Type 1 . . . .	33
4.11	Chi tiết kết quả của các giải thuật trên từng bộ dữ liệu Type 2 . . . .	33



## DANH MỤC THUẬT NGỮ VÀ TỪ VIẾT TẮT

Thuật ngữ	Ý nghĩa
BA	Bat Algorithm - Giải thuật bầy dơi
DSA	Duck Swarm Algorithm - Giải thuật trí thông minh loài vịt
EMTO	Evolutionary Multi-task Optimization - Tối ưu đa tác vụ tiến hóa
GA	Genetic Algorithm - Giải thuật di truyền
h-PCE	Hierarchical Path Computation Element
IDPC-EDU	Inter-domain Path Computation under Edge-defined Domain Uniqueness Constraints - Bài toán định tuyến trong mạng đa miền với ràng buộc miền duy nhất trên cạnh
IDPC-NDU	Inter-domain Path Computation under Node-defined Domain Uniqueness Constraints - Bài toán định tuyến trong mạng đa miền với ràng buộc miền duy nhất trên nút
IDPC-DU	Inter-domain Path Computation under Domain Uniqueness Constraints - Bài toán định tuyến trong mạng đa miền với ràng buộc miền duy nhất
MFEA	Multifactorial Evolutionary Algorithm - Thuật toán tiến hóa đa yếu tố
MFO	Multifactorial Optimization - Tối ưu hóa đa yếu tố
MP-DSA	Multi-Population Duck Swarm Algorithm - Giải thuật tiến hóa đa quần thể dựa trên trí thông minh loài vịt
MTO	Multi-Tasking Optimization - Tối ưu hóa đa nhiệm vụ

<b>Thuật ngữ</b>	<b>Ý nghĩa</b>
PCE	Path Computation Element
PSO	Particle Swarm Optimization - Tối ưu hóa bầy đàn
SPP	Shortest Path Problem - Bài toán tìm đường đi ngắn nhất
TLGA	A two-level strategy based on evolutionary algorithm - Giải thuật tiến hóa hai cấp độ