

# ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN LAI PSO-Coati TRONG GIẢI QUYẾT BÀI TOÁN VẬN TẢI

● NGUYỄN THẾ HỮU - ĐINH NGUYỄN TRỌNG NGHĨA

## TÓM TẮT:

Bài toán vận tải là một bài toán quan trọng trong quy hoạch tuyến tính và quản lý chuỗi cung ứng, yêu cầu tối ưu hóa chi phí vận chuyển giữa các nhà cung cấp và các điểm tiêu thụ. Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất thuật toán lai PSO-Coati, kết hợp giữa Particle Swarm Optimization (PSO) và Coati Optimization, nhằm mục tiêu cải thiện hiệu quả giải quyết bài toán vận tải. PSO-Coati khai thác điểm mạnh của cả hai phương pháp, với PSO giúp tăng tốc độ hội tụ và Coati giúp duy trì sự đa dạng trong tìm kiếm không gian giải pháp. Thuật toán này được thiết kế để cân bằng giữa việc khám phá và khai thác, đồng thời đảm bảo các giải pháp thỏa mãn các ràng buộc về cung cấp và nhu cầu.

**Từ khóa:** bài toán vận tải, PSO, thuật toán, tối ưu hóa bầy đàn, quy hoạch tuyến tính.

## 1. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh phát triển của các hệ thống logistics và chuỗi cung ứng hiện đại, bài toán vận tải đóng vai trò cốt lõi trong việc tối ưu hóa chi phí và nâng cao hiệu quả phân phối hàng hóa. Bài toán vận tải, một dạng đặc biệt của quy hoạch tuyến tính (LP), yêu cầu tìm cách phân phối hàng hóa từ nhiều nguồn cung cấp đến các điểm tiêu thụ với tổng chi phí vận chuyển nhỏ nhất, đồng thời phải thỏa mãn các ràng buộc về cung và cầu.

Để giải quyết các bài toán tối ưu phức tạp như bài toán vận tải, các phương pháp metaheuristic đã trở nên phổ biến nhờ khả năng tìm kiếm lời giải tiềm năng mà không yêu cầu các giả định chặt chẽ về tính chất của không gian tìm kiếm [1].

Trong số đó, Particle Swarm Optimization (PSO) [2] và Coati Optimization [5] là hai phương pháp được sử dụng rộng rãi. PSO có ưu điểm về tốc độ hội tụ nhanh, nhờ cơ chế khai thác dựa trên kinh nghiệm cá nhân và tập thể của các hạt, nhưng lại dễ rơi vào các điểm cực trị cục bộ.

Bài báo này giới thiệu một cách tiếp cận lai giữa hai thuật toán PSO và Coati để giải quyết bài toán vận tải. Cách tiếp cận này nhằm kết hợp các ưu điểm của cả hai thuật toán: khả năng khám phá không gian tìm kiếm của Coati và tốc độ hội tụ nhanh của PSO. Mục tiêu chính của nghiên cứu là đánh giá hiệu quả của thuật toán PSO-Coati so với từng thuật toán chạy riêng lẻ, thông qua việc áp dụng vào các bài toán vận tải thực nghiệm. Chúng

tôi sẽ phân tích và so sánh các kết quả về chất lượng giải pháp và hiệu suất hội tụ, nhằm xác định tiềm năng của phương pháp lai này trong việc giải quyết các bài toán tối ưu hóa phức tạp trong thực tiễn.

## 2. Các công trình liên quan

Trong những năm gần đây, các phương pháp tối ưu hóa metaheuristic đã nhận được sự quan tâm đáng kể trong việc giải quyết các bài toán tối ưu hóa phức tạp, đặc biệt là bài toán vận tải [1]. Phương pháp này đã chứng minh khả năng vượt trội so với các phương pháp truyền thống trong việc tìm kiếm lời giải gần tối ưu khi không gian tìm kiếm quá lớn hoặc quá phức tạp.

PSO được giới thiệu lần đầu bởi Kennedy và Eberhart [3], với cảm hứng từ hành vi di cư của các loài chim. PSO đã trở thành một trong những phương pháp metaheuristic phổ biến nhất trong việc giải quyết các bài toán tối ưu hóa liên tục. PSO đặc biệt nổi bật với khả năng hội tụ nhanh nhờ vào cơ chế cập nhật vị trí dựa trên kinh nghiệm của cá thể ( $p\_best$ ) và toàn bầy đàn ( $g\_best$ ). Tuy nhiên, nhiều nghiên cứu đã chỉ ra PSO dễ bị kẹt tại các cực trị cục bộ trong các bài toán có nhiều điểm cực trị.

Trong bài toán vận tải, PSO đã được áp dụng thành công trong nhiều nghiên cứu. Yan và cộng sự [4] đã sử dụng PSO để tối ưu hóa bài toán vận tải đa mục tiêu, đạt được kết quả tốt về chi phí vận chuyển và thời gian giao hàng. Tuy nhiên, nghiên cứu của họ cũng chỉ ra rằng, PSO có thể không hiệu quả trong việc tránh bẫy cực trị cục bộ khi gặp các bài toán có độ phức tạp cao.

Coati Optimization [5], lấy cảm hứng từ hành vi tìm kiếm thức ăn của loài coati, là một thuật toán tối ưu hóa dựa trên việc chia quần thể thành nhiều nhóm nhỏ. Mỗi nhóm có thể di chuyển độc lập để khám phá không gian tìm kiếm, đồng thời chia sẻ thông tin để tìm ra vùng giải pháp tiềm năng.

Việc kết hợp các thuật toán metaheuristic nhằm tận dụng ưu điểm của từng phương pháp đã

trở thành một xu hướng nghiên cứu quan trọng trong lĩnh vực tối ưu hóa. Nhiều nghiên cứu đã thành công trong việc kết hợp PSO với các phương pháp khác như thuật toán di truyền (GA) [6], thuật toán tìm kiếm mô phỏng (Simulated Annealing) [7] và thuật toán kiến (Ant Colony Optimization) [8] để cải thiện hiệu suất tìm kiếm.

Dựa trên các kết quả nghiên cứu trước, bài báo này hướng tới việc kết hợp PSO và Coati trong việc giải bài toán vận tải. Bằng cách kết hợp khả năng hội tụ nhanh của PSO với khả năng duy trì sự đa dạng quần thể của Coati, nghiên cứu này nhằm mục tiêu cải thiện khả năng tìm kiếm giải pháp tối ưu toàn cục, đồng thời giảm thiểu hiện tượng kẹt tại cực trị cục bộ, so với việc áp dụng từng thuật toán riêng lẻ.

## 3. Định nghĩa bài toán

Bài toán vận tải (Transportation Problem) là một bài toán tối ưu hóa kinh điển trong lĩnh vực quy hoạch tuyến tính (LP), thường gặp trong các ứng dụng về logistics và quản lý chuỗi cung ứng. Mục tiêu của bài toán là tìm cách phân phối hàng hóa từ một số nhà cung cấp đến một số điểm tiêu thụ với tổng chi phí vận chuyển nhỏ nhất, đồng thời đảm bảo các ràng buộc về cung cấp và nhu cầu.

Giả sử có:

- $m$  nhà cung cấp (sources), được ký hiệu là  $S_1, \dots, S_m$ , với khả năng cung cấp của từng nhà cung cấp là  $Su_i$  (lượng hàng hóa mà nhà cung cấp  $S_i$  có thể cung cấp).

- $n$  điểm tiêu thụ (destinations), được ký hiệu là  $D_1, \dots, D_n$ , với nhu cầu hàng hóa của từng điểm tiêu thụ là  $De_i$  (lượng hàng hóa mà điểm tiêu thụ  $D_i$  yêu cầu).

- Ma trận chi phí vận chuyển thể hiện chi phí  $c_{ij}$  khi vận chuyển một đơn vị hàng hóa từ nhà cung cấp  $S_i$  đến điểm tiêu thụ  $D_j$ .

Mục tiêu của bài toán là tối thiểu hóa tổng chi phí vận chuyển hàng hóa từ các nhà cung cấp đến các điểm tiêu thụ. Giả sử  $x_{ij}$  là lượng hàng hóa



được vận chuyển từ nhà cung cấp  $S_i$  đến điểm tiêu thụ  $D_j$  thì tổng chi phí vận chuyển được biểu diễn bởi hàm mục tiêu:

$$\min \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Bài toán vận tải cần thỏa mãn các ràng buộc về cung cấp và nhu cầu:

- Ràng buộc cung cấp: Tổng lượng hàng hóa vận chuyển từ nhà cung cấp  $S_i$  đến tất cả các điểm tiêu thụ không vượt quá lượng cung cấp.
- Ràng buộc nhu cầu: Tổng lượng hàng hóa nhận được tại mỗi điểm tiêu thụ  $D_j$  từ tất cả các nhà cung cấp phải thỏa mãn hoặc vượt mức nhu cầu.
- Lượng hàng hóa vận chuyển không thể là số âm.
- Để bài toán có nghiệm khả thi, tổng lượng cung cấp của tất cả các nhà cung cấp phải bằng tổng lượng nhu cầu của tất cả các điểm tiêu thụ.

#### 4. Thuật toán đề xuất PSO-Coati để giải bài toán vận tải

Thuật toán PSO-Coati được đề xuất nhằm tận dụng các đặc tính mạnh mẽ của Particle Swarm Optimization (PSO) và Coati Optimization, giúp nâng cao hiệu quả giải quyết bài toán vận tải.

Lời giải của bài toán vận tải được biểu diễn dưới dạng một ma trận vận chuyển  $X = [x_{ij}]$ .

Cơ chế của thuật toán PSO-Coati

Khởi tạo quần thể: Quần thể bao gồm các cá thể (particles), mỗi cá thể đại diện cho một phương án vận chuyển tiềm năng.

Khám phá không gian bằng Coati: Trong giai đoạn đầu, các cá thể sẽ được chia thành nhóm nhỏ tương tự như hành vi bầy đàn của loài coati. Các nhóm sẽ khám phá không gian tìm kiếm bằng cách di chuyển ngẫu nhiên trong một phạm vi nhất định. Mỗi nhóm sẽ có một cá thể Group Leader, là cá thể có lời giải tốt nhất trong nhóm và các cá thể khác sẽ điều chỉnh vị trí dựa trên Group Leader của nhóm đó.

Cập nhật vị trí và vận tốc bằng PSO: Sau khi Coati khám phá các vùng tiềm năng, thuật toán PSO được sử dụng để khai thác sâu hơn các vùng đã được Coati tìm ra. Vận tốc của mỗi cá thể được cập nhật theo công thức PSO tiêu chuẩn.

Cập nhật p\_best và g\_best: Mỗi cá thể sẽ giữ một bản sao của vị trí tốt nhất mà nó đã tìm thấy, được gọi là p\_best. Đồng thời, quần thể sẽ giữ vị trí tốt nhất mà cả quần thể tìm thấy, gọi là g\_best.

Lặp lại từ bước 2 trên cho đến khi đạt tiêu chí dừng.

#### 5. Khả năng giải quyết bài toán của thuật toán PSO-Coati

Thuật toán PSO-Coati kết hợp điểm mạnh của Particle Swarm Optimization (PSO) và Coati Optimization để giải quyết bài toán vận tải một cách hiệu quả. Trong đó, PSO đóng vai trò khai thác sâu các phương án vận chuyển tiềm năng, nhờ vào khả năng hội tụ nhanh dựa trên kinh nghiệm cá nhân và toàn cục. Các hạt (particles) trong PSO tìm kiếm lời giải bằng cách liên tục cập nhật vị trí và vận tốc, học từ các phương án tốt nhất từng cá thể và bầy đàn đã tìm thấy. Điều này giúp cải thiện dần tổng chi phí vận chuyển qua các vòng lặp. Trong bài toán vận tải, PSO có khả năng tìm ra các phương án vận chuyển tối ưu giữa các nhà cung cấp và điểm tiêu thụ, đảm bảo tổng chi phí vận chuyển được tối thiểu hóa. Tuy nhiên, PSO có thể gặp khó khăn trong việc tránh các cực trị cục bộ khi không gian tìm kiếm có nhiều điểm tối ưu cục bộ.

Để khắc phục hạn chế này, Coati Optimization được tích hợp vào PSO nhằm tăng cường khả năng khám phá không gian giải pháp. Thông qua cơ chế chia quần thể thành các nhóm nhỏ, mỗi nhóm di chuyển độc lập để tìm kiếm các vùng giải pháp mới, Coati giúp duy trì tính đa dạng của quần thể và tránh kẹt tại các vùng cực trị cục bộ. Trong bài toán vận tải, Coati cho phép các nhóm khám phá các phương án vận chuyển từ nhiều nhà cung cấp đến các điểm tiêu thụ khác nhau, từ đó tìm ra các vùng giải pháp tiềm năng hơn. Sự kết hợp giữa

khả năng khám phá mạnh mẽ của Coati và khả năng khai thác nhanh của PSO giúp PSO-Coati cân bằng giữa khám phá và khai thác, đảm bảo tìm kiếm được lời giải tốt nhất trong một thời gian hợp lý, đồng thời thỏa mãn các ràng buộc về cung và cầu trong bài toán vận tải.

## 6. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã giới thiệu thuật toán PSO-Coati - một phương pháp lai kết hợp giữa Particle Swarm Optimization (PSO) và Coati Optimization - để giải quyết bài toán vận tải. Bằng cách khai thác điểm mạnh của cả hai thuật toán, PSO-Coati mang lại khả năng cân bằng hiệu quả giữa việc khám phá không gian giải pháp rộng hơn thông qua Coati và khai thác cục bộ tối ưu thông qua PSO. Điều này giúp thuật toán có thể tránh hiện tượng kẹt tại các cực trị cục bộ, đồng thời nhanh chóng hội tụ đến lời giải tốt nhất.

PSO-Coati có tiềm năng mạnh mẽ trong việc tối ưu hóa chi phí vận chuyển trong bài toán vận

tải, đảm bảo các ràng buộc về cung cấp và nhu cầu được thỏa mãn.

Tuy nhiên, do phạm vi bài báo này chủ yếu tập trung vào mô tả phương pháp đề xuất và khả năng lý thuyết của thuật toán PSO-Coati, các thực nghiệm đầy đủ sẽ được thực hiện và trình bày chi tiết trong các bài báo tiếp theo. Các thực nghiệm này sẽ đánh giá hiệu suất thực tế của thuật toán PSO-Coati so với các thuật toán đơn lẻ như PSO và Coati, từ đó đưa ra những phân tích và kết luận cụ thể hơn về hiệu quả của phương pháp này trong các tình huống ứng dụng thực tiễn. Chúng tôi kỳ vọng các thử nghiệm sẽ làm sáng tỏ tiềm năng của PSO-Coati trong việc giải quyết bài toán vận tải và các bài toán tối ưu hóa tương tự.

Sự kết hợp giữa PSO và Coati mở ra nhiều hướng nghiên cứu tiếp theo, đặc biệt trong việc áp dụng thuật toán này vào các bài toán tối ưu hóa đa mục tiêu và phi tuyến tính trong các lĩnh vực khác nhau ■

## TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Hussain, K., Mohd Salleh, M.N., Cheng, S. et al. (2019). Metaheuristic research: a comprehensive survey. *Artificial Intelligence Review*, 52, 2191-2233.
2. Wang, D., Tan, D. & Liu, L. (2018). Particle swarm optimization algorithm: an overview. *Soft Computer*, 22, 387-408.
3. J. Kennedy and R. Eberhart (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks*, Perth, WA, Australia.
4. Yan, Zi Chao, and Yang Shen Luo (2014). A Particle Swarm Optimization Algorithm Based on Simulated Annealing. *Advanced Materials Research*, 989-994.
5. Mohammad Dehghani, Zeinab Montazeri, Eva Trojovská, Pavel Trojovský (2023). Coati Optimization Algorithm: A new bio-inspired metaheuristic algorithm for solving optimization problems. *Knowledge-Based Systems*, 259.
6. F. Valdez, P. Melin and O. Castillo (2009). Evolutionary method combining particle swarm optimization and genetic algorithms using fuzzy logic for decision making. *2009 IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Jeju, Korea (South).
7. Pan, X., Xue, L., Lu, Y. et al. (2019). Hybrid particle swarm optimization with simulated annealing. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 29921-29936.

8. Cheng-Lung Huang, Wen-Chen Huang, Hung-Yi Chang, Yi-Chun Yeh, Cheng-Yi Tsai (2013). Hybridization strategies for continuous ant colony optimization and particle swarm optimization applied to data clustering. *Applied Soft Computing*, 13(9).

**Ngày nhận bài: 15/8/2024**

**Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 31/8/2024**

**Ngày chấp nhận đăng bài: 16/9/2024**

*Thông tin tác giả:*

**1. NGUYỄN THẾ HỮU**

**2. ĐÌNH NGUYỄN TRỌNG NGHĨA\***

**Khoa Công nghệ thông tin**

**Trường Đại học Công Thương Thành phố Hồ Chí Minh**

**\*Tác giả liên hệ: nghiadnt@huit.edu.vn**

## APPLYING THE HYBRID PSO-COATI ALGORITHM TO SOLVE THE TRANSPORTATION PROBLEM

● NGUYEN THE HUU<sup>1</sup>

● DINH NGUYEN TRONG NGHIA<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Information Technology,  
Ho Chi Minh City University of Industry and Trade

### ABSTRACT:

The transportation problem, a fundamental issue in linear programming and supply chain management, seeks to minimize transportation costs between suppliers and consumers. This paper introduces the PSO-Coati hybrid algorithm, a novel approach that combines Particle Swarm Optimization (PSO) and Coati Optimization to enhance the efficiency of solving the transportation problem. The PSO component accelerates convergence, while Coati Optimization preserves population diversity, together balancing exploration and exploitation in the solution search. Designed to meet supply and demand constraints, PSO-Coati demonstrates a robust framework for optimizing cost-effective and reliable transportation solutions.

**Keywords:** transportation problem, PSO, algorithm, swarm optimization, linear programming.

*\*Corresponding author: nghiadnt@huit.edu.vn*