

## THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

1. Họ và tên nghiên cứu sinh: Trần Đình Tân ..... 2. Giới tính: Nam .....
3. Ngày sinh: 09/02/1991 ..... 4. Nơi sinh: Hà Tĩnh.....
5. Quyết định công nhận nghiên cứu sinh số: 45/QĐ-CTSV, ngày 12 tháng 01 năm 2023 của Hiệu trưởng Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.
6. Các thay đổi trong quá trình đào tạo: Thay đổi tên đề tài từ “*Phát triển thuật toán xấp xỉ cho bài toán tối đa hàm submodular và ứng dụng*” thành “*Phát triển thuật toán xấp xỉ cho bài toán tối đa hàm submodular*” theo Quyết định số 2947/QĐ-ĐHCN ngày 16/12/2025 về việc điều chỉnh tên đề tài luận án của nghiên cứu sinh Trần Đình Tân.
7. Tên đề tài luận án: Phát triển thuật toán xấp xỉ cho bài toán tối đa hàm submodular ...
8. Ngành đào tạo: Khoa học máy tính ..... 9. Mã số: 9480101.....
10. Cán bộ hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Hoàng Xuân Huấn, PGS.TS. Phạm Văn Cảnh
11. Tóm tắt các **kết quả mới** của luận án: .....

Luận án tập trung nghiên cứu chủ đề các thuật toán xấp xỉ cho bài toán tối đa hàm submodular. Hướng tiếp cận cốt lõi là khai thác cấu trúc toán học đặc biệt của hàm submodular và kết hợp với các phương pháp thiết kế thuật toán xấp xỉ để thiết kế các thuật toán có đảm bảo lý thuyết rõ ràng về hệ số xấp xỉ, độ phức tạp truy vấn. Đồng thời, luận án chú trọng đến khả năng triển khai thực nghiệm trên dữ liệu thực, nhằm đánh giá hiệu quả thuật toán trong các bài toán có quy mô lớn. Quan điểm xuyên suốt là xây dựng các phương pháp cân bằng giữa hiệu năng lý thuyết và khả năng ứng dụng trong thực tiễn. Dựa khoảng trống lý thuyết được phân tích cho bài toán tối ưu hàm submodular, luận án đã lựa chọn và nghiên cứu bốn bài toán tiêu biểu:

1. Tối đa hàm submodular với ràng buộc chi phí: Luận án đã phát triển ba thuật toán DLA, RLA và AST với hệ số xấp xỉ lần lượt là  $1/6 - \epsilon$ ,  $1/4 - \epsilon$  và  $1/7 - \epsilon$ . Các thuật toán này không chỉ đạt độ phức tạp truy vấn tuyến tính hoặc song song tối ưu, mà còn thể hiện hiệu quả vượt trội trong các môi trường thực nghiệm. Các kết quả đã được công bố tại hai hội nghị quốc tế xếp hạng A\* là IJCAI 2023 và IJCAI 2024.

2. Tối đa hàm  $k$ -submodular với ràng buộc chi phí nhóm: Luận án đề xuất thuật toán dòng STR, đạt hệ số xấp xỉ  $\frac{1-\epsilon}{2(k+1)}$  trong trường hợp đơn điệu và  $\frac{1-\epsilon}{2k+3}$  trong trường hợp không đơn điệu, với độ phức tạp truy vấn và bộ nhớ thấp. Thuật toán này phù hợp với môi trường dữ liệu lớn và là hướng tiếp cận đầu tiên hiệu quả cho bài toán tối ưu  $k$ -submodular

trong bối cảnh ràng buộc chi phí nhóm. Kết quả nghiên cứu đã được công bố trên hội thảo quốc tế SOICT 2023(SCOPUS) và tạp chí quốc tế APJOR (SCIE, Q3).

3. Tối đa hàm DR-submodular với ràng buộc lực lượng: Luận án phát triển hai thuật toán mới là FastDrSub và FastDrSub+, lần lượt đạt hệ số xấp xỉ 0.044 và  $\frac{1}{4} - \epsilon$  với độ phức tạp truy vấn thấp. Đây là những thuật toán đầu tiên đạt được xấp xỉ hằng số cho bài toán này, đồng thời thể hiện hiệu quả vượt trội trong bài toán tối đa doanh thu với hàm mục tiêu DR-submodular. Kết quả đã được chấp nhận công bố tại tạp chí JOCO(SCIE, Q2).

4. Bài toán phủ submodular với chi phí tối thiểu (đổi ngẫu của bài toán 1): Luận án đã xây dựng ba thuật toán dòng hiệu quả là SingStr, ThreeStr và MultiStr, cho phép xử lý dữ liệu lớn theo dòng. Các thuật toán đạt hệ số xấp xỉ gần bằng tham lam nhưng sử dụng ít truy vấn và bộ nhớ hơn đáng kể, đồng thời thể hiện tính hiệu quả trong các ứng dụng như ngưỡng doanh thu và ngưỡng phủ. Các kết quả đã được công bố tại hội nghị quốc tế CSONET 2023 (SCOPUS).

12. Khả năng ứng dụng trong thực tiễn: Các thuật toán được đề xuất trong luận án có thể được áp dụng để giải quyết các bài toán cụ thể như tối đa hóa ảnh hưởng trên mạng xã hội, tối đa hóa doanh thu, bài toán Max-Cut, tóm tắt hình ảnh, bố trí cảm biến và bài toán tập phủ.

13. Những hướng nghiên cứu tiếp theo: Một số hướng đi triển vọng gồm: (i) mở rộng thuật toán sang các bài toán có ràng buộc phức tạp như matroid, công bằng,...; (ii) phát triển các phương pháp học máy có đảm bảo lý thuyết cho tối ưu submodular; (iii) áp dụng các thuật toán vào các lĩnh vực như học máy, chọn dữ liệu để huấn luyện hiệu quả, thiết kế mạng cảm biến,...

14. Các công trình đã công bố có liên quan đến luận án:

1. Canh V. Pham, Tan D. Tran, Dung K.T Ha, My T. Thai. "*Linear query approximation algorithms for non-monotone submodular maximization under knapsack constraint*", 2023, In Proceedings of the Thirty-Second International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2023), 4127-4135 (RANK A\*).

2. Tan D. Tran, Canh V. Pham, Dung K.T Ha. "*Maximizing a k-Submodular Maximization Function under an Individual Knapsack Constraint*", 2023, In Proceedings of the 12th International Symposium on Information and Communication Technology (SoICT 2023), 56-62 (SCOPUS).

3. Tan D. Tran, Canh V. Pham, Dung T. Pham, Uyen T. Nguyen. "*Improved Streaming Algorithm for Minimum Cost Submodular Cover Problem*", 2023, In Proceedings of the 12th International Conference on Computational Data and Social Networks (CSONET 2023), 222-233 (SCOPUS).

4. Tan D. Tran, Canh V. Pham, Dung K.T Ha, Phuong N.H. Pham. "*Improved parallel algorithm for non-monotone submodular maximization under knapsack constraint*", 2024,

In Proceedings of the Thirty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2024), 1961-1969 (RANK A\*).

5. Tan D. Tran, Canh V. Pham, Dung K.T Ha. "*k-Submodular Maximization Under Individual Knapsack Constraints: Applications and Streaming Algorithm*", 2025, Asia-Pacific Journal of Operational Research (SCIE, Q3).

6. Tan D. Tran, Canh V. Pham. "*Fast Approximation Algorithm for Non-Monotone DR-submodular Maximization under Size Constraint*", 2026, Journal of Combinatorial Optimization (SCIE, Q2).