

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

NGUYỄN VĂN THÁI

**CHU TRÌNH HAMILTON TỔNG QUÁT
TRONG ĐỒ THỊ VÔ HƯỚNG**

**Chuyên ngành: Khoa học máy tính
Mã số: 60.48.01**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: GS.TS: ĐẶNG QUANG Á

Thái Nguyên – 2014

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
LỜI CAM ĐOAN	iv
LỜI CẢM ƠN	v
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC HÌNH	vii
MỞ ĐẦU.....	1
Chương I: MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG LÝ THUYẾT ĐỒ THỊ VÀ LÝ THUYẾT CÁC BÀI TOÁN NP-C	4
1.1. Lý thuyết đồ thị.....	4
1.1.1. Các thuật ngữ cơ bản	4
1.1.2. Đường đi, chu trình, đồ thị liên thông	10
1.1.3. Biểu diễn đồ thị trên máy tính	13
1.2. Lý thuyết lớp các bài toán P và NP	17
1.2.1. Khái niệm các loại thời gian tính	17
1.2.2. Khái niệm phép quy dẫn đa thức	18
1.2.3. Lớp bài toán P	18
1.2.3. Lớp bài toán NP.	19
1.2.4. Lớp bài toán NP-đầy đủ (NP-Complete).	19
1.3. Kết luận	20
Chương II: CHU TRÌNH HAMILTON	21
2.1. Chu trình Hamilton: Định nghĩa, tính chất và các điều kiện đủ.....	21
2.1.1. Một số khái niệm	21
2.1.2. Một số tính chất của đồ thị Hamilton	22
2.2. Thuật toán tìm chu trình Hamilton	26
2.3. Đồ thị Hamilton tối đại.....	29
2.3.1. Khái niệm.....	30
2.3.2. Thuật toán xây dựng đồ thị Hamilton tối đại $n \geq 4$ đỉnh [1]	30
2.3. Kết luận	31
Chương III: CHU TRÌNH TRỘI.....	32
3.1. Khái niệm chu trình trội và các điều kiện đủ	32
3.1.1. Khái niệm:	32
3.1.2. Một số điều kiện đủ của chu trình trội	33
3.1.3. Chu trình trội trong lớp đồ thị 2-liên thông thỏa mãn $\delta(G) \geq n/3$	36

3.2. Thuật toán xác định chu trình trội	40
3.2.1. Thuật toán: (Xác định đồ thị G có chu trình trội hay không?).....	41
3.2.2. Thuật toán 2.1: (kiểm tra đồ thị liên thông)	42
3.2.3. Thuật toán 2.2: (kiểm tra đồ thị 2-liên thông).....	42
3.2.4. Thuật toán 3.1: Kiểm tra đồ thị G có thuộc lớp \mathcal{K}_1 hay không?.....	43
3.2.5. Thuật toán 3.2: Kiểm tra đồ thị G có thuộc lớp \mathcal{K}_2 hay không?.....	43
3.2.6. Thuật toán 3.3: Kiểm tra đồ thị có thuộc \mathcal{K}_3 hay không?.....	44
3.2.7. Thuật toán 3.4: Kiểm tra đồ thị G có thuộc lớp \mathcal{K}_4 hay không?.....	45
3.2.8. Thuật toán 3.5: Kiểm tra đồ thị G có thuộc lớp \mathcal{K}_5 hay không?.....	45
3.3. Cài đặt thử nghiệm:	47
3.3.1. Phát biểu bài toán	47
3.3.2. Công cụ lựa chọn.....	47
3.3.3. Xây dựng, phát triển chương trình	47
3.3.4. Giao diện chương trình	51
3.3.5. Thử nghiệm và đánh giá	55
3.4. Kết luận:	55
PHẦN KẾT LUẬN	56
TÀI LIỆU THAM KHẢO	57

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan những kết quả nêu trong luận văn là những kết quả tìm hiểu, nghiên cứu của tôi dưới sự hướng dẫn của GS.TS: Đặng Quang Á.

Mọi trích dẫn sử dụng trong báo cáo này đều được ghi rõ nguồn tài liệu tham khảo theo đúng quy định.

Tác giả

Nguyễn Văn Thái

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin được gửi lời cảm ơn đến tất cả quý thầy cô đã giảng dạy trong chương trình đào tạo Cao học chuyên ngành Khoa học máy tính K11 do trường Đại học Công nghệ thông tin và truyền thông – Đại học Thái Nguyên tổ chức đào tạo, những người đã truyền đạt cho tôi những kiến thức hữu ích làm cơ sở cho tôi thực hiện tốt luận văn này.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các thầy cô, những người đã tận tình hướng dẫn và truyền đạt những kinh nghiệm quý báu trong học tập và nghiên cứu và tận tình giúp đỡ tôi.

Đặc biệt tôi xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc tới GS.TS. Đặng Quang Á, người đã tận tình hướng dẫn, quan tâm, đóng góp ý kiến cho tôi trong suốt thời gian thực hiện luận văn. Mặc dù trong quá trình thực hiện luận văn có giai đoạn không được thuận lợi nhưng nhờ những gì Thầy đã hướng dẫn, chỉ bảo đã cho tôi nhiều kinh nghiệm trong thời gian thực hiện luận văn.

Sau cùng tôi xin gửi lời biết ơn sâu sắc đến gia đình đã luôn tạo điều kiện tốt nhất cho tôi trong suốt quá trình học cũng như thực hiện luận văn.

Do thời gian có hạn và kinh nghiệm nghiên cứu khoa học chưa nhiều nên luận văn còn nhiều thiếu sót, rất mong nhận được ý kiến góp ý của Thầy/Cô và các anh chị học viên.

Thái Nguyên, tháng 9 năm 2014

Nguyễn Văn Thái

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu Từ viết tắt	Diễn giải
V	Tập đỉnh của đồ thị
E	Tập cạnh của đồ thị
$G=(V,E)$	Đồ thị G với tập đỉnh V , tập cạnh E
$ V , V(G) $	Số đỉnh của đồ thị
$ E , E(G) $	Số cạnh của đồ thị
$\deg(v), \deg G(v)$	Bậc của đỉnh v của đồ thị G
$\delta, \delta(G)$	Bậc nhỏ nhất của các đỉnh trong G
K_n	Đồ thị đầy đủ n đỉnh
C_n	Đồ thị vòng n đỉnh
W_n	Đồ thị bánh xe n đỉnh
$W(G)$	Số thành phần liên thông của G
k -liên thông	Đồ thị có chỉ số liên thông bằng k
$k(G)$	Chỉ số liên thông của đồ thị G
P	Deterministic Polynomial
NP	Nondeterministic Polynomial
$NP-C$	NP-Complete
HC	Hamilton cycle
DC	Dominating cycle
NTM	Nondeterministic Turing Machine
DTM	Deterministic Turing Machines
∞	Phép quy dẫn đa thức
\mathcal{K}	Lớp đồ thị đặc biệt \mathcal{K}
$\mathcal{K}_1, \mathcal{K}_2, \mathcal{K}_3, \mathcal{K}_4, \mathcal{K}_5$	Các đồ thị đặc biệt $\mathcal{K}_1, \mathcal{K}_2, \mathcal{K}_3, \mathcal{K}_4, \mathcal{K}_5$
$\bar{K}_{n_1, n_2, \dots, n_s}$	Hợp của s đồ thị đầy đủ lạ nhau
\bar{K}_{s*n}	Hợp của s đồ thị đầy đủ lạ nhau K_n

DANH MỤC HÌNH

	Trang
Hình 1.1. Đồ thị vô hướng.....	5
Hình 1.2. Đồ thị vô hướng và các bậc của đỉnh	5
Hình 1.3. Một số đồ thị đầy đủ.....	6
Hình 1.4. Đồ thị vòng	7
Hình 1.5. Đồ thị bánh xe	7
Hình 1.6. Đồ thị hai phía	8
Hình 1.7. Đồ thị G_1 đẳng cấu với G_2	8
Hình 1.8. Đồ thị G và đồ thị con G'	9
Hình 1.9. Đơn đồ thị G_1, G_2 và đồ thị $G = G_1 \cup G_2$	9
Hình 1.10. Đường đi trên đồ thị có độ dài 4.....	10
Hình 1.11. Đồ thị G liên thông, đồ thị G' không liên thông	11
Hình 1.12. Đồ thị liên thông G và đồ thị H gồm 3 thành phần liên thông H_1, H_2, H_3 ..	11
Hình 1.13. Đồ thị 4-liên thông.....	12
Hình 1.14. Đồ thị có $k(G) = 2$ và $k(H) = 3$	13
Hình 1.15. Đồ thị và ma trận kề	14
Hình 1.16. Đồ thị và ma trận trọng số	15
Hình 1.17. Đồ thị và danh sách cạnh.....	16
Hình 1.18. Đồ thị và danh sách kề tương ứng	17
Hình 2.1. Đồ thị có đường đi Hamilton, không có chu trình Hamilton	21
Hình 2.2. Đồ thị Hamilton	22
Hình 2.3 Đồ thị K_5 có chu trình Hamilton ($a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow a$)	23
Hình 2.4. Đồ thị có 8 đỉnh, mỗi đỉnh có bậc $\geq n/2$	24

Hình 2.5. Đồ thị G gồm 5 đỉnh, 6 cạnh	28
Hình 2.6. Cây liệt kê chu trình Hamilton theo thuật toán quay lui	28
Hình 2.7. Đồ thị và cây liệt kê chu trình Hamilton của nó theo thuật toán quay lui.....	29
Hình 2.8. Đồ thị hamilton tối đại G_3	30
Hình 3.1. Đồ thị có duy nhất một chu trình Hamilton, nhưng có nhiều chu trình Dominating	32
Hình 3.2. Đồ thị không có chu trình Hamilton, có duy nhất một chu trình Dominating	32
Hình 3.3. Đồ thị 2-liên thông với chu trình Dominating dài nhất độ dài 4	33
Hình 3.4. Đồ thị G có chu trình dài nhất (độ dài 6) là chu trình Dominating	34
Hình 3.5. Đồ thị G và G' được xây dựng từ đồ thị G	35
Hình 3.6. Đồ thị \mathcal{K}_1	37
Hình 3.7. Đồ thị \mathcal{K}_2	38
Hình 3.8. Đồ thị \mathcal{K}_3	38
Hình 3.9. Đồ thị \mathcal{K}_4	39
Hình 3.10. Đồ thị \mathcal{K}_5	40
Hình 3.11. Giao diện khi bắt đầu chạy chương trình	51
Hình 3.12. Form nạp và lưu đồ thị từ tập tin có sẵn chứa ma trận kề của đồ thị	52
Hình 3.13. Form kết quả kiểm tra đồ thị	52
Hình 3.14. Đồ thị không thỏa mãn điều kiện kiểm tra	53
Hình 3.15. Form kiểm tra tính liên thông của đồ thị	53
Hình 3.16. Form kiểm tra đồ thị với số đỉnh lớn.....	54
Hình 3.17. Form thông tin về chương trình.....	54

MỞ ĐẦU

1. Đặt vấn đề:

Lý thuyết đồ thị là một lĩnh vực đã được nghiên cứu từ những năm đầu của thế kỷ 18 bởi nhà toán học Leonhard Euler người Thụy sĩ. Đồ thị được sử dụng để giải nhiều bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau, trong tin học là một trường hợp cụ thể.

Trong những năm 70 của thế kỷ 20, thế giới được chứng kiến sự phát triển hết sức nhanh chóng và rộng lớn của lý thuyết đồ thị, trong số đó có một số lượng đáng kể các công trình nghiên cứu cấu trúc của các chu trình trong đồ thị, đặc biệt là chu trình Hamilton và còn nhiều vấn đề mở.

Nghiên cứu về cấu trúc chu trình trong đồ thị giúp chúng ta giải quyết tốt các bài toán tối ưu trong đời sống. Chẳng hạn, trong lĩnh vực chế tạo robot thám hiểm, chuyển gửi tín hiệu hình ảnh qua vệ tinh, bài toán phân tích hệ thống tương tác và tiện ích các website, ...

Trong số các cấu trúc đồ thị thì chu trình Hamilton đóng vai trò đặc biệt quan trọng. Đó là chu trình đi qua tất cả các đỉnh của đồ thị, mỗi đỉnh đúng một lần. Bài toán về chu trình Hamilton là bài toán xác định xem liệu đồ thị có chứa chu trình Hamilton không và tìm ra các chu trình đó. Bài toán này đã được chứng minh là NP-C (NP- đầy đủ). Chính vì thế không tồn tại các thuật toán đa thức giải nó, và để giải quyết bài toán này nhiều thuật toán gần đúng đã được nghiên cứu.

Một sự mở rộng của chu trình Hamilton là chu trình trội (Dominating cycle). Bài toán này cũng đã được chứng minh là NP-C.

Việc tìm hiểu về các chu trình Hamilton và chu trình trội, các dấu hiệu nhận biết chúng cùng thuật toán xác định, cải tiến và phát triển chúng là việc làm có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Đây chính là mục đích của luận văn này.

2. Mục tiêu của luận văn:

Đối tượng nghiên cứu của luận văn là các vấn đề về cấu trúc chu trình liên quan đến chu trình Hamilton và chu trình trội trong đồ thị.

3. Phạm vi nghiên cứu

Luận văn tập trung nghiên cứu các kiến thức có liên quan, các cơ sở lý thuyết như: Lý thuyết về đồ thị và lý thuyết các bài toán NP-C, chu trình Hamilton và chu trình trội.

4. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Tìm hiểu những kiến thức tổng quan về đồ thị và lý thuyết các bài toán NP-C.
- Tìm hiểu về đồ thị Hamilton và các mở rộng
- Tìm hiểu các thuật toán tìm chu trình Hamilton
- Xây dựng thuật toán đa thức xác định sự tồn tại của chu trình trội trên đồ thị cho trước.
- Cài đặt thuật toán.

3. Tổ chức luận văn:

Luận văn bao gồm phần mở đầu, 3 chương nội dung, phần kết luận, phần phụ lục và tài liệu tham khảo.

Chương I: Một số kiến thức cơ bản trong lý thuyết đồ thị và lý thuyết các bài toán NP-C

Chương II: Chu trình Hamilton