

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

ĐẶNG XUÂN MẠNH

CÂY BAO TRỪM NGẮN NHẤT: LÝ THUYẾT, THUẬT TOÁN VÀ ỨNG DỤNG

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC MÁY TÍNH

Thái Nguyên – 2015

MỤC LỤC

	trang
MỤC LỤC.....	i
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	iv
DANH MỤC BẢNG.....	v
DANH MỤC HÌNH	vi
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG I. GIỚI THIỆU CÂY BAO TRÙM NGẮN NHẤT	4
1.1. GIỚI THIỆU	4
1.1.1. Khái niệm về cây	4
1.1.2. Cây Có Gốc.....	6
1.1.3. Cây m - phân.....	8
1.1.4. Duyệt cây nhị phân.....	10
1.1.5. Cây tìm kiếm nhị phân	13
1.1.6. Cây bao trùm.....	14
1.1.7. Cây bao trùm ngắn nhất	15
1.1.8. Cây bao trùm trên đồ thị có trọng số.....	18
1.2. MỘT SỐ BÀI TOÁN DẪN ĐẾN CÂY BAO TRÙM	22
1.2.1. Cây và bài toán liệt kê	22
1.2.2. Vạch đường trong mạng di động	24
1.3. TỔNG KẾT CHƯƠNG.....	28
CHƯƠNG II. MỘT SỐ THUẬT TOÁN TÌM CÂY BAO TRÙM NGẮN NHẤT	29
2.1. THUẬT TOÁN BORŪVKA	30
2.1.1. Mô tả thuật toán Borůvka song song.....	32
2.1.2. Thuật toán song song cho bước 2	33
2.1.3. Thuật toán con trỏ nhảy mới.....	34
2.2. THUẬT TOÁN KRUSKAL	36
2.2.1. Mô tả thuật toán	36
2.2.2. Chứng minh tính đúng đắn	40
2.2.3. Thực hiện thuật toán	41
2.3. THUẬT TOÁN PRIM	42
2.3.1. Mô tả thuật toán.....	43
2.3.2. Độ phức tạp thuật toán.....	48
2.3.3. Chứng minh tính đúng đắn	48
2.3.4. Thực hiện thuật toán	49

2.4 TỔNG KẾT CHƯƠNG II.....	50
CHƯƠNG III. ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN CÂY BAO TRỪM NGẮN NHẤT VÀO BÀI TOÁN THIẾT KẾ ĐƯỜNG CẤP TRUYỀN HÌNH	51
3.1. TỔNG QUAN MẠNG TRUYỀN HÌNH CẤP.....	51
3.1.1. Hệ thống trung tâm	52
3.1.2. Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cấp	52
3.1.3. Thiết bị tại nhà thuê bao	52
3.1.4. Cấu hình mạng truyền hình cấp	53
3.2. MÔ TẢ THUẬT TOÁN CÂY BAO TRỪM NGẮN NHẤT CHO BÀI TOÁN THIẾT KẾ CẤP TRUYỀN HÌNH.....	57
3.2.1. Phát biểu bài toán.....	57
3.2.2. Mô tả dạng toán học của bài toán	58
3.2.3. Thực hiện bài toán	59
3.3. THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH VÀ KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM.....	60
3.3.1. Thiết kế chương trình.....	60
3.3.2. Kết quả thử nghiệm.....	61
3.4 TỔNG KẾT CHƯƠNG III.....	65
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	66

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Tiếng Anh

Từ viết tắt	Tên đầy đủ	Diễn giải
MST	Minimum Spanning Tree	Cây khung nhỏ nhất
BST	Binary Search Tree	Cây tìm kiếm nhị phân
MMDS	Multichannel Multipoint Distribution Service	Dịch vụ phân phối đa điểm đa kênh
HFC	Hybrid Fiber Coaxia	Mạng truyền dẫn
FTTH	Fiber to the home	Cáp quang băng thông rộng
str	Structure	Cấu trúc

DANH MỤC BẢNG

Trang

Bảng 1. Minh họa thuật toán Borůvka	32
Bảng 2. Đồ thị có cấu trúc.....	35
Bảng 3. Thuật toán Kruskal	39
Bảng 4. Kết quả chạy ví dụ 1	40
Bảng 5. Minh họa thuật toán Prim	46
Bảng 6. Kết quả chạy ví dụ	47
Bảng 7. Liệt kê thời gian chạy thuật toán	48
Bảng 8. Khoảng cách giữa các trạm FTTH	62

DANH MỤC HÌNH

	Trang
Hình 1. 1 Sơ đồ hình cây.....	4
Hình 1. 2 Cây có gốc x_0	7
Hình 1. 3 Cây có gốc.....	7
Hình 1. 4 Duyệt cây nhị phân.....	11
Hình 1. 5 Duyệt cây nhị phân theo trung thứ tự.....	12
Hình 1. 6 Cây bao trùm nhỏ nhất trên đồ thị phẳng.....	16
Hình 1. 7 Cây bao trùm nhỏ nhất trong một đồ thị.....	16
Hình 1. 8 Cây bao trùm nhỏ nhất có trọng số nhỏ nhất	18
Hình 1. 9 Cây liệt kê hoán vị của $\{1, 2, 3\}$	23
Hình 1. 10 Liệt kê các xâu	24
Hình 1. 11 Liệt kê các tập con.....	24
Hình 1. 12 Mô hình mạng có hệ thống không dây.....	25
Hình 1. 13 Vạch đường đi trong mạng di động	27
Hình 2. 1 Thuật toán siêu đỉnh thực hiện theo danh sách	34
Hình 2. 2 cây khung nhỏ nhất của đồ thị	39
Hình 2. 3 Kết thúc thuật toán được cây khung nhỏ nhất.....	40
Hình 2. 4 Cây khung có trọng số.....	47
Hình 3. 1 Sơ đồ khối hệ thống truyền hình cáp	51
Hình 3. 2 Các cấu hình mạng HFC	53
Hình 3. 3 Mạng sao truyền dẫn	54
Hình 3. 4 Mạng vòng truyền dẫn	54
Hình 3. 5 Mạng con phân phối.....	54
Hình 3. 6 Cấu hình FTF	55
Hình 3. 7 Cấu hình FTTH	56
Hình 3. 8 Cấu hình FTTC	56
Hình 3. 9 Cấu hình FTLA	57
Hình 3. 10 Tuyến huyện.....	58
Hình 3. 11 Triển khai mạng cáp tuyến huyện.	59
Hình 3. 12 Giao diện chương trình	60
Hình 3. 13 Nhập dữ liệu vào chương trình	62
Hình 3. 14 Kết quả chạy chương trình với thuật toán Prim	63
Hình 3. 15 Kết quả chạy chương trình thuật toán Kruskal	63
Hình 3. 16 Bài toán nhiều đỉnh	64
Hình 3. 17 Chương trình chạy thuật toán Kruskal	65
Hình 3. 18 Chương trình chạy thuật toán Prim.....	65

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Lý thuyết đồ thị là một lĩnh vực đã được nghiên cứu từ những năm 1857, khi nhà toán học Anh tên là Arthur Cayley dùng cây để xác định những dạng khác nhau của hợp chất hoá học. Từ đó cây đã được dùng để giải nhiều bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Chẳng hạn, người ta dùng cây để xây dựng các thuật toán rất có hiệu quả để tìm kiếm các phần tử trong một danh sách. Cây cũng được dùng để tạo ra các mã có hiệu quả để lưu trữ và truyền dữ liệu. Dùng cây có thể mô hình các thủ tục mà để thi hành nó cần dùng một dãy các quyết định. Cây cũng dùng để xây dựng các mạng máy tính với chi phí rẻ nhất cho các đường điện thoại nối các máy phân tán do có thể tìm được cây bao trùm ngắn nhất giữa các nút mạng.

Lý thuyết đồ thị không những có nhiều ứng dụng trong thực tế mà còn là công cụ đắc lực cho ngành công nghệ thông tin. Nó giúp cho chúng ta mô tả một cách dễ dàng các bài toán phức tạp cụ thể, để từ đó ta có thể mã hoá các bài toán đó vào máy tính. Ngoài ra lý thuyết đồ thị được sử dụng để giải quyết các bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau.

Cùng với sự phát triển chung của nhân loại thì trong lĩnh vực thông tin cũng có những bước phát triển mạnh mẽ nhằm đáp ứng nhu cầu của cuộc sống ngày nay. Các hệ thống thông tin truyền thống như thông tin vô tuyến, thông tin hữu tuyến ngày càng có những biến đổi cả về chất lẫn lượng. Nhu cầu thực tế yêu cầu hệ thống truyền dẫn thông tin có dung lượng lớn, tốc độ truyền dẫn cao. Đặt ra yêu cầu cho nhà cung cấp hệ thống thông tin cũng nói chung và các nhà cung cấp truyền hình nói riêng về vấn đề nâng cao chất lượng phục vụ, cũng như việc triển khai lắp đặt mới một hệ thống truyền hình cáp trong một khu vực nhỏ như cấp huyện hay trong một thành phố lớn.

Việc tính toán khảo sát một địa điểm mới để triển khai mới tránh lãng phí tài nguyên cáp truyền dẫn, lãng phí nhân công và tài chính của đơn vị cung cấp truyền hình cáp, cũng như lắp đặt các trạm truyền dẫn một cách hiệu quả. Đòi hỏi nhà cung cấp phải tính toán đường đi cáp xuyên suốt từ trung tâm truyền dẫn đến các điểm sử dụng thuê bao một cách ngắn nhất, tích kiệm nhất để tránh lãng phí và đảm bảo tín hiệu truyền dẫn được ổn định.

Nhận thấy sự khó khăn mất nhiều thời gian, công sức và tài chính để khảo sát địa điểm lựa chọn giải pháp lắp đặt hệ thống truyền hình cáp sao cho tối ưu và tích kiệm nhất, đảm bảo tính khoa học vì vậy em đã lựa chọn đề tài **“Cây bao trùm ngắn nhất : Lý thuyết, thuật toán và ứng dụng”**. để áp dụng vào thực tế khảo sát và triển khai mới hệ thống truyền hình cáp một cách tối ưu nhất có thể.

2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của luận văn là các vấn đề về Cây bao trùm ngắn nhất, thuật toán và các ứng dụng thực tiễn của nó.

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 cây, cây bao trùm ngắn nhất, thuật toán và các ứng dụng của cây bao trùm ngắn nhất.

4. Nhiệm vụ nghiên cứu

- Tìm hiểu những kiến thức tổng quan về cây bao trùm ngắn nhất.
- Tìm hiểu ba thuật toán liên quan đến cây bao trùm ngắn nhất Borůvka, thuật toán Kruskal, thuật toán Prim.
- Thiết kế chương trình ứng dụng vào thực tế giải bài toán thiết kế hệ thống truyền hình cáp.

5. Những nội dung nghiên cứu chính

Bố cục của luận văn gồm phần mở đầu trình bày lý do chọn đề tài, đối tượng và nhiệm vụ nghiên cứu của đề tài. Chương một, Tìm hiểu và trình bày những lý thuyết cơ bản về khái niệm cây bao trùm: lịch sử ra đời và phát triển của của cây bao trùm, khái niệm cây, các định nghĩa, định lý, tính chất, ví dụ về cây bao trùm và cây bao trùm có trọng số bé nhất. Một số bài toán dẫn đến cây bao trùm. Chương hai, Tìm hiểu, giới thiệu ba thuật toán liên quan đến cây bao trùm ngắn nhất Borůvka, thuật toán Kruskal, thuật toán Prim. Chương 3, Tìm hiểu lịch sử truyền hình cáp, sự phát triển của truyền hình cáp hiện nay. Mô tả bài toán cây bao trùm ngắn nhất cho bài toán thiết kế cáp truyền hình. Thiết kế chương trình, và kết quả thử nghiệm.

6. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp đọc tài liệu
- Phương pháp quan sát
- Phương pháp phân tích – tổng hợp lý thuyết.
- Phương pháp thực nghiệm.

CHƯƠNG I. GIỚI THIỆU CÂY BAO TRÙM NGẮN NHẤT

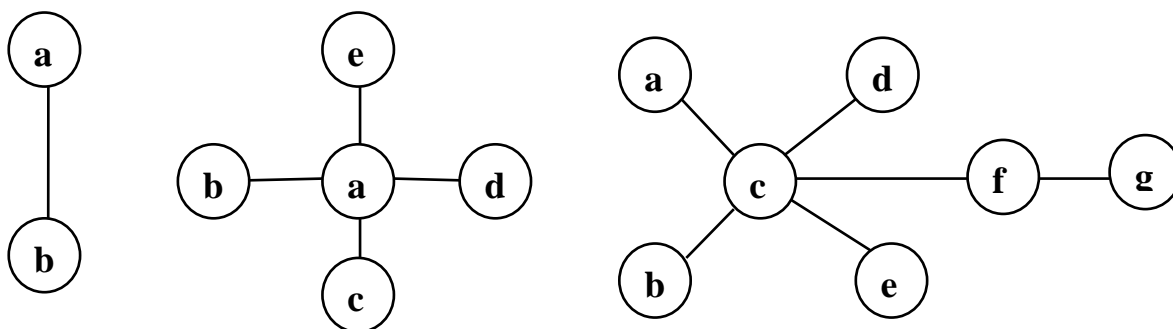
1.1. GIỚI THIỆU

Một đồ thị liên thông và không có chu trình được gọi là cây. Cây được dùng từ năm 1857, khi nhà toán học Anh tên là Arthur Cayley dùng cây để xác định những dạng khác nhau của hợp chất hóa học. Từ đó cây đã được dùng để giải nhiều bài toán trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Trong tin học cây được dùng để tìm kiếm các phần tử trong danh sách hoặc bài toán xây dựng các mạng máy tính với chi phí rẻ với các máy phân tán.[1]

1.1.1. Khái niệm về cây

Định nghĩa.

Cây là một đồ thị mà trong đó hai đỉnh bất kì đều được nối với nhau bằng đúng một đường đi. [4]



Hình 1. 1 Sơ đồ hình cây

Định lý 1. Nếu T là một cây có n đỉnh thì T có ít nhất hai đỉnh treo.

Chứng minh:

Lấy một cạnh (a,b) bất kỳ của cây T . Trong tập hợp các đường đi chứa cạnh (a,b) , ta lấy đường đi từ u đến v dài nhất. Vì T là một cây nếu $u \neq v$, u và v phải là hai đỉnh treo vì nếu một đỉnh, u chẳng hạn, không phải là đỉnh treo thì u phải là đầu mút của một cạnh (u,x) , với x là đỉnh không thuộc đường đi từ u đến v . Do đó, đường đi sơ cấp từ x đến v , chứa cạnh (a,b) , dài hơn đường đi từ