|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  **VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**  logo_128  BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN  **QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ MẠNG VIỄN THÔNG**  **Đề tài:**  **THIẾT KẾ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN MẠNG VIỄN THÔNG**  Nhóm sinh viên thực hiện: Nhóm 4   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Họ và tên | MSSV | Lớp | | Vũ Minh Tuấn | 20172893 | ĐTVT.08-K62 | | Phan Đình Khoa | 20172630 | ĐTVT.03-K62 | | Nguyễn Quang Tuấn | 20172890 | ĐTVT.05-K62 | | Vương Kiều Oanh | 20172742 | ĐTVT.02-K62 |   Giảng viên hướng dẫn: TS. Trần Thị Ngọc Lan  Hà Nội, 2021 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI  **VIỆN ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**  logo_128  BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN  **QUY HOẠCH VÀ QUẢN LÝ MẠNG VIỄN THÔNG**  **Đề tài:**  **THIẾT KẾ PHẦN MỀM TÍNH TOÁN MẠNG VIỄN THÔNG**  Nhóm sinh viên thực hiện: Nhóm 4   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Họ và tên | MSSV | Lớp | | Vũ Minh Tuấn | 20172893 | ĐTVT.08-K62 | | Phan Đình Khoa | 20172630 | ĐTVT.03-K62 | | Nguyễn Quang Tuấn | 20172890 | ĐTVT.05-K62 | | Vương Kiều Oanh | 20172742 | ĐTVT.02-K62 |   Giảng viên hướng dẫn: TS. Trần Thị Ngọc Lan  Hà Nội, 2021 |

LỜI NÓI ĐẦU

Như ta đã biết, “viễn thông” được hiểu là cách trao đổi dữ liệu thông qua kỹ thuật điện, điện tử và các công nghệ hiện đại khác. Và “hệ thống viễn thông” là tập hợp các trang thiết bị kỹ thuật để cung cấp dịch vụ viễn thông cho người sử dụng.

Ngay từ ngày xa xưa, những người tiền sử đã biết dùng khói để báo hiệu, những người thổ dân ở những hòn đảo xa xôi dùng các cột khói để liên lạc, báo hiệu và truyền tin. Nhưng “viễn thông” được chính thức sử dụng khi con người phát minh ra điện báo và điện thoại. Công nghệ viễn thông từ đó ngày càng phát triển nhanh chóng và vượt bậc, ứng dụng trong mọi lĩnh vực. Trên quy mô xã hội, viễn thông đã làm nên một hệ thần kinh thông minh nhạy bén trên trái đất, làm thay đổi bộ mặt, tính cách của từng quốc gia và tự trong nó hình thành lên một mạng lưới liên kết mỗi người của mỗi quốc gia trên trái đất. Sự hội tụ công nghệ trong lĩnh vực viễn thông cùng sự phát triển tăng trưởng mạnh của kinh tế - xã hội, nhu cầu sử dụng cũng như truyền dữ liệu của con người cũng tăng lên theo hàm số mũ và ngày càng trở nên phức tạp, có khuynh hướng kỹ thuật cao với chất lượng cao.Vì vậy, việc tổ chức một mạng viễn thông đáp ứng được nhu cầu ấy và phát triển tổ chức mạng lưới này thành một thành phần cơ bản quan trọng của xã hội thông tin hóa cao trong tương lai nữa là không hề đơn giản, nó đóng một vai trò rất quan trọng.Để giải quyết bài toán trên, ta nhìn hệ thống viễn thông trên cả phương diện phần cứng và phần mềm:

* Về phương diện phần cứng, hệ thống viễn thông gồm các thiết bị như: Thiết bị đầu cuối thông tin, thiết bị chuyển mạch, thiết bị truyền dẫn.
* Về phương diện phần mềm, hệ thống viễn thông cho biết các phần cứng liên hệ với nhau thế nào ( Topo mạng, với topo mạng ta sẽ phân biệt được mạng AN(Access Network) và mạng lõi), các giao thức mạng, các giao thức để liên kết, giao thức để trao đổi thông tin (giữa hai giao thức này có thể tách rời, có thể kết hợp với nhau), quản lý và khai thác mạng.Trên phương diện phần mềm, để xây dựng mạng, ta phải xây dựng được cấu hình của các phần tử mạng. MENTOR (Mesh Network Topology Optimization Routing) là một thuật toán rất hữu ích cho việc thiết kế mạng thông tin vì nó không phụ thuộc vào đặc điểm của bất kỳ một công nghệ hay kiến trúc mạng nào. Nó chỉ phụ thuộc vào nguyên tắc thiết kế mạng. MENTOR có thể ứng dụng cho nhiều loại mạng, đặc biệt là mạng ATM (Asynchronous Transfer Mode). Và chương trình MENTOR là một ứng dụng tin học trong việc thiết kế Topology cho mạng bằng chính thuật toán MENTOR.Trong đề tài này yêu cầu chúng em viết một chương trình MENTOR như thế.

Chương trình chúng em viết trong thời gian ngắn và kiến thức có hạn nên có rất nhiều những hạn chế nhất định như chỉ có tính chất mô phỏng, các giả thiết, điều kiện chưa hoàn toàn giống với yêu cầu thực tế. Tuy nhiên, chúng em hy vọng chương trình này cũng giúp mọi người nắm được quá trình xây dựng Topology cho mạng. Trong quá trình thực hiện bài tập lớn, chúng em xin cảm ơn sự tận tình giúp đỡ của cô Trần Thị Ngọc Lan đã giúp chúng em hoàn thành bài tập này. Chúng em rất mong nhận được những lời khuyên từ thầy để chúng em có thể khắc phục được những cái chưa làm được trong đề tài để chúng em có thể hiểu sâu sắc hơn về thuật toán cũng như chương trình MENTOR trong xây dựng Topology cho mạng viễn thông, đồng thời hiểu rõ hơn về môn học Tổ chức và quy hoạch mạng viễn thông.

Chúng em xin chân thành cảm ơn cô!

# YÊU CẦU ĐỀ TÀI

Cho mạng gồm 100 nút.

1. Xuất file lưu thông tin về mạng gồm 100 nút theo kiểu danh sách cạnh. Biết các nút được đặt một cách ngẫu nhiên trên mặt phẳng kích thước 1000x1000. Giá của mỗi liên kết được tính bằng round (0.5 x khoảng cách đề các).
2. Sử dụng giải thuật MENTOR để tìm nút backbone và các nút truy nhập tương ứng với nút backbone. Biết W = 2, R = 0.3, dung lượng liên kết C = 12.

Biết lưu lượng giữa nút i và i + 3 là 1, lưu lượng giữa nút i và i + 60 là 1, lưu lượng giữa nút i và i + 78 là 3, lưu lượng giữa nút i và i + 93 là 4. Lưu lượng giữa nút 13 và 7 là 20, lưu lượng giữa nút 24 và 69 là 6, lưu lượng giữa nút 20 và 48 là 26 và lưu lượng giữa nút 55 và 35 là 10. Tính lưu lượng giữa các nút, trọng số của các nút và lưu lượng thực tế đi qua các nút backbone (ghi ra file).

Sử dụng giải thuật MENTOR 1 để tính topology mạng backbone biết . Đưa kết quả ra file tổng giá mạng backbone vừa thu được, số đường sử dụng trên từng liên kết và độ sử dụng của liên kết đó.

1. Vẽ đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa giá mạng backbone và giá trị . Đưa ra nhận xét.

# PHÂN CÔNG CÔNG VIỆC

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tuần | Nhiệm vụ | Thực Hiện |
| 8 | Ôn lại cơ sở lý thuyết liên quan | Mỗi cá nhân tự thực hiện |
| 9 | Trao đổi về phương án thực hiện, đưa ra vấn đề thắc mắc và giải đáp. | Cả nhóm |
| 10+11 | Lập trình từng mô-đun | Minh Tuấn: Xây dựng giải thuật PrimDijkstra và vẽ biểu đồ mối quan hệ anpha và giá backbone.  Khoa: Khởi tạo topo mạng InitialTopo  Quang Tuấn: Xây dựng giải thuật Mentor tìm nút backbone và nút truy nhập.  Oanh: Xây dựng class thuộc tính cho Node |
| 12 | Kết hợp các mô-đun, kiểm thử, sửa lỗi | Cả nhóm |
| 13 | Làm báo cáo | Cả nhóm |

**MỤC LỤC**

[DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT i](#_Toc91517953)

[DANH MỤC HÌNH VẼ ii](#_Toc91517954)

[DANH MỤC BẢNG BIỂU iii](#_Toc91517955)

[CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU CHUNG 1](#_Toc91517956)

[1.1 Tổng quan về môn học 1](#_Toc91517957)

[1.2 Thuật toán MENTOR 1](#_Toc91517958)

[CHƯƠNG 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT 2](#_Toc91517959)

[2.1 Thuật toán MENTOR 2](#_Toc91517960)

[2.2 Thêm cây Prim-Dijkstra 6](#_Toc91517961)

[2.3 Thêm liên kết 6](#_Toc91517962)

[CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ 8](#_Toc91517963)

[3.1 Sơ đồ khối 8](#_Toc91517964)

[3.2 Topology Generator Module 8](#_Toc91517965)

[3.3 MENTOR Algorithm Module 9](#_Toc91517966)

[3.4 Lựa chọn môi trường phát triển 10](#_Toc91517967)

[CHƯƠNG 4. MÔ PHỎNG 11](#_Toc91517968)

[4.1 Kiểm thử hoạt động của MENTOR Algorithm Module 11](#_Toc91517969)

[4.2 Thực thi bài toán và phân tích kết quả 11](#_Toc91517970)

[4.3 Đóng gói chương trình và viết hướng dẫn sử dụng 14](#_Toc91517971)

[KẾT LUẬN 15](#_Toc91517972)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 16](#_Toc91517973)

# DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

|  |  |
| --- | --- |
| NW | Normalized Weight |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| IBM | International Business Machines |
| IDE | Integrated Development Enviroment |
|  |  |

# DANH MỤC HÌNH VẼ

[Hình 2.1 Tọa độ nút mạng 3](file:///C:\Users\Admin\Documents\5.2%20Telecom%20Network%20Planning%20and%20Management\btl\baocaobtl.docx#_Toc91518005)

[Hình 2.2 Kết quả phân loại nút sử dụng thuật toán MENTOR 6](#_Toc91518006)

[Hình 2.3 Lựa chọn nút Hone 7](#_Toc91518007)

[Hình 3.1 Sơ đồ khối chức năng 8](#_Toc91518008)

[Hình 4.1 Kiểm thử hoạt động MENTOR Algorithm Module 11](#_Toc91518009)

[Hình 4.2 Các nút được tạo với vị trí ngẫu nhiên 11](#_Toc91518010)

[Hình 4.3 Tìm nút backbone 12](#_Toc91518011)

[Hình 4.4 Giải thuật Prim – Dijkstra 12](#_Toc91518012)

[Hình 4.5 Thêm liên kết và cập nhật lưu lượng 13](#_Toc91518013)

[Hình 4.6 Đồ thị biểu diễn giá mạng backbone và α 13](#_Toc91518014)

# DANH MỤC BẢNG BIỂU

[Bảng 3.1 Thuộc tính dữ liệu nút 9](#_Toc91518018)

[Bảng 3.2 Thủ tục thuật toán MENTOR 9](#_Toc91518019)

# GIỚI THIỆU CHUNG

## Tổng quan về môn học

Đối với kỹ sư điện tử viễn thông chuyên ngành kỹ thuật thông tin truyền thông, học phần “Tổ chức và quy hoạch mạng viễn thông” sẽ cung cấp các kiến thức sau [1]:

* Cung cấp kiến thức tổng quan về mạng viễn thông, các mạng cung cấp dịch vụ viễn thông, các công nghệ viễn thông mới, các xu hướng phát triển mạng…
* Miêu tả các kỹ thuật và các giải pháp thích hợp để thiết kế các loại mạng khác nhau
* Đưa ra phương pháp để đánh giá thiết kế mạng.

## Thuật toán MENTOR

Thuật toán định tuyến MENTOR là một thuật toán để sử dụng trong việc định tuyến các mạng xương sống. Nó được phát triển bởi Aaron Kershenbaum, Parviz Kermani và George A. Grove và được xuất bản bởi IEEE vào tháng 4 năm 1991 với bài báo tiêu đề *“MENTOR an algorithm for mesh network topological optimization and routing”* trong IEEE Transactions on Communications Journal [2].

Thuật toán này ra đời đã tạo ra cơ chế xây dựng mạng xương sống với độ phức tạp tính toán giảm xuống, giảm thời gian tính toán thiết kế mạng đi đáng kể (theo nhóm tác giả là gấp hàng trăm lần các phương pháp thời bấy giờ). Nguyên do là năm 1991 các máy vi tính thời ấy chưa cho hiệu năng tính toán mô phỏng cao. Đồng thời, thuật toán này xây dựng thành công mạng có chi phí thấp, hiệu năng cao và các liên kết dung lượng lớn.

# CƠ SỞ LÝ THUYẾT

## Thuật toán MENTOR

Thuật toán MENTOR nhằm xác định nút Backbone và những nút truy nhập của nút Backbone đó [3]. Thực hiện thuật toán qua bốn bước sau:

Bước 1: Xác định nút Backbone dựa trên ngưỡng lưu lượng

Bước 2: Tính giá trị Maxcost

Bước 3: Xác định nút truy nhập của nút Backbone đã tìm được

Bước 4: Xác định nút Backbone và nút truy nhập cho các nút còn lại dựa trên giá trị thưởng

Dưới đây trình bày chi tiết các bước thực hiện.

* 1. Xác định nút Backbone dựa trên ngưỡng lưu lượng
* Trọng số của một nút W(i) là tổng lưu lượng vào ra của nút đó.
* Liên kết dung lượng là C.
* Trọng số chuẩn hóa của nút i là
* Nếu nút i có thì nút i được chọn là nút Backbone, với W là tham số cho trước.
  1. Tính MaxCost
  2. Xác định nút truy nhập của nút Backbone đã tìm được
* Bán kính mạng truy nhập:
* Ta có
* Từ nút Backbone i, vẽ đường tròn bán kính R.Maxcost, phủ được nút nào thì nút ấy sẽ thành nút truy nhập của nút Backbone i.
  1. Xác định nút Backbone và nút truy nhập cho các nút còn lại dựa trên giá trị thưởng
* Ấn định tọa độ của mỗi nút
* Tìm nút trung tâm trọng lực có tọa độ là và
* Tính
* Lấy và
* Tính giá trị thưởng cho tất cả các nút :
* Nút i có giá trị thưởng lớn nhất sẽ được chọn là nút Backbone, tìm các nút truy nhập của nút này.
* Lặp lại bước cho tới khi tất cả các nút được xét.

Bài toán minh họa : Cho các nút có tọa độ như trên hình 2.1, với , , , , , , , , , ,

Hình . Tọa độ nút mạng

1

2

4

3

5

7

6

8

Trình tự thực hiện:

Sắp xếp và xét các nút theo trọng số giảm dần, do đó nút 1 sẽ được xét trước, trọng số chuẩn hóa của nút 1 được tính như sau:

Nhận thấy trọng số chuẩn hóa của nút 1 lớn hơn trọng số w = 3.2, ta đặt nút 1 làm nút Backbone.

Tìm nút truy nhập cho nút Backbone 1. Dễ thấy khoảng cách Descartes giữa nút 2 và nút 8 là lớn nhất, nên ta tính Maxcost theo công thức:

Từ giá trị Maxcost, ta tính được bán kính phủ cho nút Backbone 1 là:

Phủ được nút 2 và nút 4 do khoảng cách Descartes từ nút 1 đến bằng 1,4. Sau khi đã tìm được nút Backbone đầu và nút truy nhập của nó, tiếp tục tính trung tâm trọng lực để xác định nút Backbone tiếp theo:

Nút trọng tâm sẽ có tọa độ , nhận thấy, nút 3 xa trung tâm trọng lực nhất, ta có Maxdc tính theo công thức:

Tính thưởng từng nút một, nút nào có thưởng cao nhất thì chọn làm nút Backbone, nhìn vào các tham số để tính thưởng, ta lọc ra được nút backbone mới có thể là vào nút 5 hoặc nút 8, dc(5) = 0,9; dc(8) = 1,3.

Thưởng nút 5:

Thưởng nút 8:

Vậy có thêm nút 8 là nút Backbone, bán kính phủ bằng , vậy nút 6 sẽ là nút truy nhập của nút 8. Xét ba nút còn lại, nút 3, 7, 5:

Tìm trung tâm trọng lực:

Trung tâm trọng lực mới sẽ có tọa độ , nhận thấy rằng, nút 3 là nút xa nhất, và nút 5 là gần nhất, nghi vấn nút 5 sẽ là nút backbone tiếp theo và giá trị maxdc tính từ nút 3.

Tính khoảng cách từ nút 5 đến nút trung tâm:

Khoảng cách từ nút 7 đến nút trung tâm:

Tính giá trị thưởng:

Vậy ta có thêm nút 5 là nút backbone, nút 7 nằm trong bán kính phủ, nên nút 7 sẽ là nút truy nhập của nút 5. Vậy kết thúc ta có, nút backbone 1 gồm nút 2 và nút 4 là nút truy nhập, nút backbone 8 có nút truy nhập 6, nút backbone 5 có nút 7 là nút truy nhập, nút 3 sẽ trở thành nút backbone.

1

2

4

3

5

7

6

8

Hình . Kết quả phân loại nút sử dụng thuật toán MENTOR

## Thêm cây Prim-Dijkstra

Sau khi xác định được nút backbone và nút trung tâm, ta sử dụng cây Prim-Dijkstra với tham số α để xây dựng cây kết nối giữa các nút backbone với nhau.

Cây Prim-Dijkstra với tham số:

Nhãn Prim =

Nhãn Dijkstra =

Vậy nhãn Prim-Dijkstra được tính như sau:

Label =

Với ( = 0 => Prim, = 1 => Dijkstra)

Ví dụ: Đỉnh hàng xóm là u và đỉnh đang xét là v, ta có nhãn như sau:

L(v) = min [α\*cost(s,u) + cost(u,v)]

## Thêm liên kết

Ở bước này chúng ta sẽ đưa ra các khái niệm mới như dãy (Sequence) và nút Home (Homing) để thêm liên kết nhằm tối ưu thiết kế. Bằng cách sử dụng cây Prim – Dijkstra ở bước hai, chúng ta có thể xác định dãy các nút thỏa mãn những tiêu chí sau:

* Các nút được sắp xếp theo thứ tự từ ngoài vào trong.
* Không xếp cặp nút (N1, N2) cho đến khi tất cả các cặp nút (N1\*, N2\*) đã được xếp; trong đó N1, N2 nằm trên liên kết giữa N1\* và N2\*.
* Những liên kết dài nhất sẽ được xếp đầu tiên.

Với mỗi cặp nút N1, N2 không liền kề nhau, ta chọn nút Home là nút trung gian.

Chart, diagram, line chart

Description automatically generated

Hình . Lựa chọn nút Hone

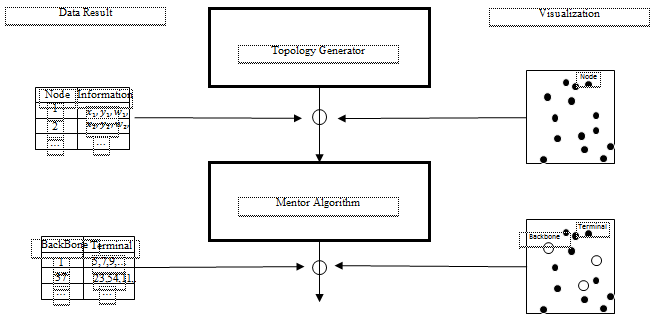
Trong trường hợp có nhiều nút có thể chọn làm nút Home, ví dụ như giữa N1 và N2 có hai nút trung gian N3 và N4 thì ta sẽ chọn nút Home là N3 nếu:

Ngược lại chúng ta sẽ chọn nút Home là N4. Xét từng cặp nút (N1,N2) một lần duy nhất, ta triển khai giải thuật sau:

* Từ tham số dung lượng liên kết C mà đề bài đã cho, tính:
* Tính độ sử dụng (Utilization) của liên kết:
* Thêm liên kết nếu , còn không thì di chuyển lưu lượng thông qua mạng (ví dụ như thêm lưu lượng cho cả và , làm tương tự với ). Sẽ xảy ra trường hợp liên kết (N1,N2) thuộc cây Prim – Dijkstra ban đầu, khi đó ta chỉ việc thêm liên kết trực tiếp.

# THIẾT KẾ

## Sơ đồ khối



Hình . Sơ đồ khối chức năng

Xây dựng cấu trúc phần mềm dựa trên sơ đồ khối chức năng như hình 3.1.

Dựa trên kết quả phân tích yêu cầu đề tài, mục tiêu của giai đoạn thiết kế là sẽ tạo ra bản thiết kế chi tiết các khối chức năng cần thiết để thực hiện yêu cầu đề tài. Ở đây, ta cần thiết kế 3 khối thực hiện 3 chức năng:

* Topology Generator: Tạo ra dữ liệu thông tin về các nút trong mạng, dữ liệu về các lưu lượng liên kết giữa các nút.
* Mentor Algorithm: Dựa trên dữ liệu về mạng, tiến hành xác định các nút backbone của mạng và nhóm các nút đầu cuối còn lại về các nút backbone tương ứng thông qua thuật toán MENTOR.

## Topology Generator Module

Mục tiêu chính của khối này là tạo ra thông tin về các nút trong mạng. Để làm được điều này, khối sẽ thực hiện 2 nhiệm vụ:

* Xây dựng cấu trúc dữ liệu cho từng nút mạng
* Cập nhật dữ liệu dựa trên yêu cầu cho từng nút mạng

Cấu trúc dữ liệu cho một nút được thể hiện theo bảng 3.1:

Bảng . Thuộc tính dữ liệu nút

|  |  |
| --- | --- |
| **Tên thuộc tính** | **Tên biến** |
| Tên nút | name |
| Tọa độ trục hoành | x |
| Tọa độ trục tung | y |
| Thuộc tính MENTOR |  |
| Lưu lượng nút | traffic |
| Trọng số nút | weight |
| Giá trị thưởng | award |
| Khoảng cách tới nút trung tâm | distanceToCenter |
| Giá trị thỏa hiệp | thoa\_hiep |
| Giá về nút trung tâm (backbone) | cost\_to\_center |

Sau khi xây dựng một danh sách liên kết các nút, tiến hành cập nhật thông số nút dựa trên yêu cầu đề bài tập lớn.

## MENTOR Algorithm Module

Khối này sẽ đảm nhiệm nhiệm vụ tìm nút backbone và chia các nút đầu cuối về các nhóm nút với backbone tương ứng. Xây dựng khối dựa trên thuật toán MENTOR và cấu trúc dữ liệu nút được cung cấp.

Thủ tục thực hiện thuật toán chi tiết được trình bày theo bảng 3.2:

Bảng . Thủ tục thuật toán MENTOR

|  |  |
| --- | --- |
| Bước | Thực Hiện |
| 1 | Tính toán lưu lượng chuẩn hóa tại các nút. Nút đạt ngưỡng backbone sẽ chuyển thành nút backbone và đưa vào danh sách nút backbone loại 1. |
| 2 | Đối với các nút còn lại (không chứa backbone loại 1), tiến hành quét vét cạn để tìm ra khoảng cách lớn nhất (ứng với giá trị MaxCost) và tính toán bán kính mạng truy nhập. |
| 3 | Xây dựng hàm cập nhật nút đầu cuối cho nút backbone. Hàm này tìm nút đầu cuối nằm trong bán kính quét của nút backbone tính ở bước 2, kiểm tra điều kiện giới hạn số nút. Sau đó, cập nhật các nút đầu cuối hợp lệ cho nút backbone. |
| 4 | Chạy hàm cập nhật nút đầu cuối cho tất cả các nút backbone loại 1 |
| 5 | Đối với danh sách chứa các nút còn lại, đưa vào vòng lặp |
| 6 | Tìm trung tâm trọng lực và giá trị trọng số lớn nhất |
| 7 | Tính giá trị thưởng cho từng nút và tìm ra nút có giá trị thưởng lớn nhất. |
| 8 | Chạy hàm cập nhật nút đầu cuối cho nút có giá trị thưởng lớn nhất |
| 9 | Kiểm tra danh sách các nút chưa xét xem có bị trống không, nếu không trống, quay loại bước 5 |

## Lựa chọn môi trường phát triển

Dựa trên sự đề xuất của thành viên trong nhóm, nhóm lựa chọn ngôn ngữ Python 3 và VS Code để phát triển phần mềm.

# MÔ PHỎNG

## Kiểm thử hoạt động của MENTOR Algorithm Module

Để thực hiện kiểm thử module thuật toán MENTOR, cung cấp bộ dữ liệu đầu vào là bài toán ví dụ ở chương 2 cơ sở lý thuyết. Kết quả thực hiện thông qua phần mềm thể hiện ở hình 4.1.

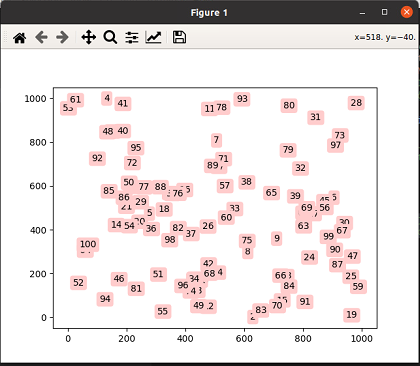
|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  4  3  5  7  6  8 |  |

Hình . Kiểm thử hoạt động MENTOR Algorithm Module

Kết quả kiểm thử cho thấy, với tình huống kiểm thử là bài toán trên, module cho kết quả chính xác.

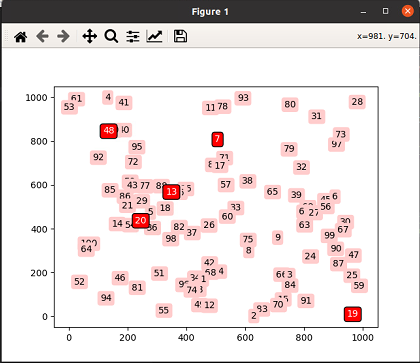
## Thực thi bài toán và phân tích kết quả

Các nút được tạo ra với vị trí ngẫu nhiên như thể hiện trên hình 4.2.

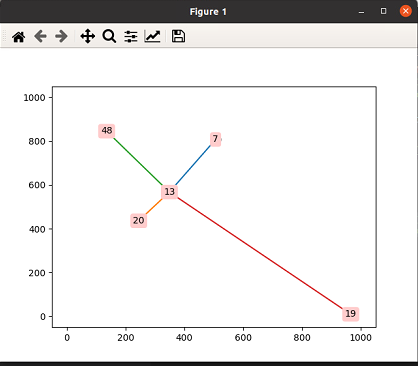


Hình . Các nút được tạo với vị trí ngẫu nhiên

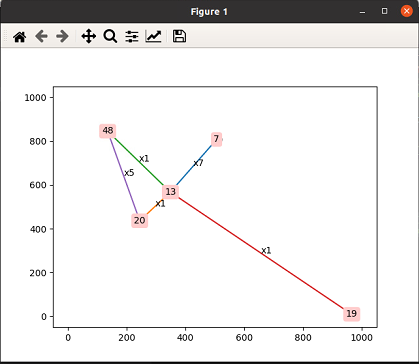
Trình tự thực hiện giải thuật được trình bày trên các hình 4.3, hình 4.4 và hình 4.5.



Hình . Tìm nút backbone

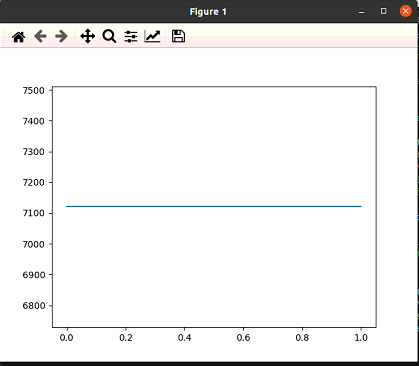


Hình . Giải thuật Prim – Dijkstra



Hình . Thêm liên kết và cập nhật lưu lượng

Mối quan hệ giữa giá mạng backbone và giá trị α được trình bày trên hình 4.6.



Hình . Đồ thị biểu diễn giá mạng backbone và α

Nhận xét: Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa giá mạng backbone và giá trị α là một hàm không đổi với giá trị α trong khoảng [0, 1].

## Đóng gói chương trình và viết hướng dẫn sử dụng

Toàn bộ dự án kèm hướng dẫn sử dụng được đóng gói và lưu trữ mã nguồn tại thư viện GitHub có địa chỉ:

*https://github.com/tuanvm172893/BTLQuyhoach*

Để thực thi được phần mềm, người sử dụng cần cài đặt Python 3 và VS Code, mở thư mục dự án.

Việc khởi chạy phần mềm được thực hiện tại file mã nguồn Main.py.

Việc thay đổi thông số phần mềm được thực hiện tại file mã nguồn Main.py. Việc thay đổi thông số liên kết của thuật toán MENTOR được thực hiện tại file mã nguồn InitialTopo.py.

# KẾT LUẬN

Qua thời gian làm việc gần một tháng, nhóm đã cơ bản hoàn thành mục tiêu đề tài bài tập lớn. Còn một số vấn đề như giao diện thay đổi tùy biến dữ liệu đầu vào của phần mềm có thể tiếp tục nâng cấp, tiếp tục kiểm thử sửa lỗi cho các thư viện,.. Nếu có thời gian, nhóm sẽ tiếp tục nâng cấp phần mềm trên.

Những kinh nghiệm, kiến thức học được thông qua thời gian thực hiện bài tập lớn sẽ giúp ích cho công việc học tập trên lớp và công việc sau khi tốt nghiệp đại học.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Viện Điện Tử Viễn Thông, Đại Học Bách Khoa Hà Nội, Chương Trình Giáo Dục Đại Học, Hà Nội, 2009. |
| [2] | A. Kershenbaum, P. Kermani, G.A. Grover, "MENTOR: an algorithm for mesh network topological optimization and routing," *IEEE Transactions on Communications,* vol. 39, no. 4, pp. 503-513, 1991. |
| [3] | Trần Thị Ngọc Lan, *Bài Giảng Quy Hoạch và Quản lý Mạng Viễn Thông,*  Đại Học Bách Khoa Hà Nội, 2021. |