

PHÙNG MINH QUÂN

★

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

★

KHÓA 2006 - 2008

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**



PHÙNG MINH QUÂN

**GIAO THỨC QUẢN LÝ TOPOLOGY
TRONG MẠNG KHÔNG DÂY NGANG HÀNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

CHUYÊN NGÀNH: CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Hà Nội - 2008

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**



PHÙNG MINH QUÂN

**GIAO THỨC QUẢN LÝ TOPOLOGY
TRONG MẠNG KHÔNG DÂY NGANG HÀNG**

Chuyên ngành: **CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

Người hướng dẫn khoa học:

TS. VŨ TUYẾT TRINH

Hà Nội - 2008

NHỮNG LỜI ĐẦU TIÊN

Với những dòng chữ đầu tiên này, tôi xin dành để gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất tới cô giáo, tiến sĩ Vũ Tuyết Trinh - người đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo và tạo cho tôi những điều kiện tốt nhất từ khi bắt đầu cho tới khi hoàn thành công việc của mình.

Đồng thời, xin trân trọng gửi lời cảm ơn tới tập thể các thầy cô giáo Khoa Công nghệ Thông tin - Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tận tình giảng dạy và tạo cho tôi một môi trường học tập nghiên cứu đầy đủ và thuận tiện trong suốt 2 năm học vừa qua.

Xin cảm ơn tất cả những người thân yêu trong gia đình tôi cùng toàn thể bạn bè, những người đã luôn mỉm cười và động viên tôi mỗi khi vấp phải những khó khăn, bế tắc.

Cuối cùng, xin chân thành cảm ơn tiến sĩ Phùng Minh Hoàng (School of Computing and Communications - Faculty of Engineering and IT - University of Technology, Sydney), thạc sĩ Vũ Bội Hằng (Ngân hàng Công Thương Việt Nam), những người đã đem đến cho tôi những lời khuyên vô cùng bổ ích để giúp tháo gỡ những khó khăn, vướng mắc trong quá trình làm luận văn.

MỤC LỤC

DANH MỤC HÌNH VẼ

DANH MỤC BẢNG BIỂU

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1 - TỔNG QUAN	4
1.1. Mạng P2P	4
1.1.1. Mạng P2P có dây	4
1.1.2. Mạng P2P không dây – Mạng tùy biến không dây	6
1.2. Bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P	8
1.2.1. Phát biểu bài toán	8
1.2.2. Các phương pháp tiếp cận bài toán quản lý topology cho mạng không dây tùy biến	9
1.2.3. Vị trí của giao thức quản lý topology trong tầng giao thức của mạng tùy biến	10
CHƯƠNG 2 - QUẢN LÝ KẾT NỐI CỦA CÁC NÚT MẠNG LÂN CẬN	14
2.1. Giới thiệu	14
2.2. Mô hình hóa hệ thống	14
2.3. Một số thuật toán	16
2.3.1. Thuật toán dựa trên tính công bằng	17
2.3.2. Thuật toán dựa trên tính phổ biến của các file	20
2.3.3. Thuật toán dựa trên mức năng lượng của các nút mạng	24
2.4. Vấn đề triển khai các thuật toán	27
2.5. Khuyến nghị về việc sử dụng các thuật toán	28
CHƯƠNG 3 - QUẢN LÝ VIỆC BẬT TẮT NÚT MẠNG	30
3.1. Giới thiệu	30
3.2. Phân loại	31
3.3. Một số giao thức bật tắt không đồng bộ	32
3.3.1. Giao thức RAW	32
3.3.2. Giao thức AWP	40
3.3.3. Giao thức CAW	43

3.4. Khuyến nghị về việc sử dụng các giao thức	53
CHƯƠNG 4 - MỘT SỐ ỨNG DỤNG.....	55
4.1. Giới thiệu	55
4.2. Ứng dụng trong khắc phục thảm họa.....	55
4.2.1. Yêu cầu	55
4.2.2. Giải pháp	56
4.2.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology	57
4.3. Ứng dụng trong giám sát và theo dõi	59
4.3.1. Yêu cầu	59
4.3.2. Giải pháp	59
4.3.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology	60
4.4. Ứng dụng trong chia sẻ file tại các khu vực đông người.....	61
4.4.1. Yêu cầu	61
4.4.2. Giải pháp	61
4.4.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology	62
KẾT LUẬN.....	63
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	64

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Mô hình mạng P2P	5
Hình 1.2: Mạng tùy biến không dây	7
Hình 1.3: Mục đích giải quyết của bài toán quản lý topology cho mạng tùy biến không dây	8
Hình 1.4: Vị trí của giao thức quản lý topology trong tầng giao thức	11
Hình 1.5: Quan hệ giữa lớp routing và lớp quản lý topology	12
Hình 1.6: Quan hệ giữa lớp quản lý topology và lớp MAC	13
Hình 2.1: Mạng không dây tùy biến mật độ lớn	14
Hình 2.2: Tính bất đối xứng của tập liên kề	16
Hình 2.3: Sự phụ thuộc của xác suất download file vào thứ hạng file	22
Hình 3.1: Xác suất để có ít nhất 1 nút trong tập chuyển tiếp của nút s ở trạng thái hoạt động khi nút s hoạt động	35
Hình 3.2: Các trường thông tin cần lưu trữ về nút mạng lân cận của giao thức AWP	36
Hình 3.3: Sự phụ thuộc giữa tỷ lệ gói tin được gửi thành công với tỷ lệ phần trăm thời gian hoạt động của nút	37
Hình 3.4: Sự phụ thuộc giữa độ trễ của gói tin với tỷ lệ phần trăm thời gian hoạt động của nút	38
Hình 3.5: Năng lượng tiêu thụ của mạng theo thời gian	38
Hình 3.6: Tổng năng lượng tiêu thụ của mạng trong 300 s	39
Hình 3.7: Thiết kế (7:3:1) của lịch bật tắt	40
Hình 3.8: Cấu trúc của 1 time frame	41
Hình 3.9: Ví dụ minh họa về 2 nút lân cận luôn nhận được message thông báo của nhau (Dù đồng hồ bị lệch nhau)	41
Hình 3.10: Các trường thông tin cần lưu trữ về một nút mạng lân cận trong giao thức AWP	42
Hình 3.11: Tỷ lệ phần trăm của năng lượng dùng cho việc điều khiển trong giao thức CAW	52
Hình 4.1: Quá trình gửi message báo động trong mạng sensor khi phát hiện dấu hiệu bất thường	60

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 2.1 Các tham số của mô hình giả lập.....	18
Bảng 2.2: Tỷ lệ yêu cầu download file thành công khi áp dụng thuật toán dựa trên tính công bằng.....	19
Bảng 2.3: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên tính công (tính theo giây)	20
Bảng 2.4: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công khi sử dụng thuật toán dựa trên độ phổ biến	23
Bảng 2.5: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên độ phổ biến.....	24
Bảng 2.6: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công khi sử dụng thuật toán dựa trên mức năng lượng.....	26
Bảng 2.7: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên mức năng lượng.....	26
Bảng 2.8: Đề xuất sử dụng các thuật toán xây dựng tập liên kết.....	29
Bảng 3.1: Các tham số chính sử dụng trong mô hình giả lập AWP, CAW.....	50
Bảng 3.2: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công đối với CAW và AWP	53
Bảng 3.3: Độ trễ của CAW và AWP	53
Bảng 3.4: Đề xuất sử dụng các thuật toán bật tắt nút mạng	54

MỞ ĐẦU

Sự phát triển của công nghệ mạng ngang hàng (*Peer to peer – P2P*), và công nghệ kết nối, lưu trữ của thiết bị không dây đã tạo nên một hướng nghiên cứu mới cho ứng dụng mạng, đó là các ứng dụng mạng không dây ngang hàng (*wireless P2P*). Mạng không dây P2P cho phép các nút mạng có thể kết nối trực tiếp với nhau bằng cách sử dụng bộ thu phát không dây (*wireless transceiver*) mà không cần bất cứ một cơ sở hạ tầng cố định nào. Đây là một đặc tính riêng biệt của mạng không dây P2P so với các mạng không dây truyền thống như các mạng chia ô (*cellular networks*) và mạng WLAN, trong đó các nút mạng (ví dụ như các thuê bao điện thoại di động) giao tiếp với nhau thông qua các trạm vô tuyến cơ sở (*base station*) hoặc các điểm truy cập (*access point*).

Mạng không dây P2P được mong đợi là sẽ tạo nên cuộc cách mạng thông tin không dây trong một vài năm tới bằng cách kết hợp với các mô hình mạng truyền thống như Internet, mạng chia ô, truyền thông vệ tinh. Theo đó, những thiết bị cầm tay đủ chủng loại (như điện thoại di động, PDA, máy tính xách tay, ...) và các thiết bị cố định (*base station, access point*) có thể được kết nối với nhau tạo thành một mạng kết nối toàn cầu khắp mọi nơi.

Hiện nay, với tính linh động trong triển khai, mạng không dây P2P đã được áp dụng trong một số lĩnh vực như chia sẻ dữ liệu âm thanh hình ảnh, cứu hộ và khôi phục sau thảm họa, giám sát phát hiện các bất thường trong khu vực quân sự, thu thập thông tin môi trường sinh thái, v.v..

Tuy nhiên, mô hình mạng không dây P2P gặp phải một số thách thức lớn đó là:

- Topology của mạng thường xuyên thay đổi: Do các nút mạng là các thiết bị không dây nên chúng có thể chuyển động tự do, và có thể tham gia

hay rời khỏi mạng một cách tùy ý. Vì vậy, mỗi nút mạng cần phải có cơ chế xác định xem bản thân nó có thể kết nối với những nút mạng nào.

- Năng lượng của các nút mạng bị cạn kiệt: Các nút mạng không dây thường hoạt động bằng nguồn năng lượng pin hoặc acquy. Vì vậy, nếu không được quản lý một cách hiệu quả thì năng lượng này nhanh chóng bị cạn kiệt.

Nhận thức được những khó khăn trên, có nhiều hướng nghiên cứu đã hình thành và thu hút nhiều nhóm nhà khoa học trên thế giới [7]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chỉ tập trung vào việc đưa ra những giao thức quản lý topology để đáp ứng cho từng mục đích ứng dụng cụ thể hoặc trong từng ràng buộc cụ thể.

Xuất phát từ thực trạng đó, với mục đích hệ thống hóa và đưa ra những khuyến nghị về việc lựa chọn các giao thức quản lý topology cho các ứng dụng không dây một cách phù hợp, luận văn sẽ tiến hành phân tích, so sánh, đánh giá một số giao thức quản lý topology tiêu biểu, từ đó đề xuất một số tiêu chí để lựa chọn các giao thức này cho các ứng dụng không dây cụ thể.

Ngoài phần giới thiệu và kết luận. Luận văn được chia thành 4 chương chính như sau

Chương 1 – Tổng quan. Giới thiệu một cách tổng quan về sự ra đời và phát triển của mạng không dây P2P, các phương pháp tiếp cận bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P, vị trí của giao thức quản lý topology trong tầng giao thức.

Chương 2 – Quản lý kết nối của các nút mạng lân cận. Chương này phân tích và đánh giá một số thuật toán quản lý kết nối của một nút mạng với các nút mạng lân cận nó. Thông qua đó luận văn đề xuất việc áp dụng từng thuật toán theo từng mục đích ứng dụng và ràng buộc cụ thể.

Chương 3 – Quản lý việc bật tắt các nút mạng. Chương này phân tích và đánh giá một số giao thức bật tắt các nút mạng nhằm tiết kiệm năng lượng cho các nút mạng và đề xuất việc áp dụng các giao thức đó theo những mục tiêu và ràng buộc cụ thể.

Chương 4 – Một số ví dụ ứng dụng. Chương này đưa ra một số kịch bản về ứng dụng để minh họa cho việc lựa chọn các giao thức quản lý topology đã phân tích ở chương 2 và chương 3.

Phần Kết luận trình bày tổng hợp các kết quả thực hiện luận văn và phương hướng nghiên cứu tiếp theo về các nội dung của luận văn.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, và được các thầy cô giáo, gia đình và bạn bè tạo mọi điều kiện thuận lợi để học tập nghiên cứu, nhưng luận văn chắc hẳn sẽ không tránh khỏi có nhiều sai sót. Rất mong được sự đóng góp ý kiến, nhận xét để tôi có thể hoàn thiện được kết quả làm việc của mình.

CHƯƠNG 1 - TỔNG QUAN

1.1. Mạng P2P

1.1.1. Mạng P2P có dây

1.1.1.1. Giới thiệu

Khái niệm mạng ngang hàng (*Peer-to-Peer – P2P*) bắt đầu xuất hiện từ 1999 và đã thu hút sự quan tâm của giới công nghệ thông tin trong những năm gần đây. Đặc biệt việc áp dụng các mô hình P2P trong việc xây dựng những ứng dụng chia sẻ tập tin, điện thoại trên nền Internet đã đạt được nhiều thành công.

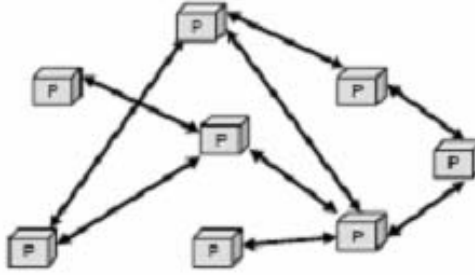
Sự ra đời và phát triển của P2P gắn liền với phần mềm ứng dụng Napster [20]. Năm 1999, Shawn Fanning bắt đầu xây dựng phần mềm mang tên Napster. Sau đó Napster được xây dựng thành công và trở thành cách chia sẻ tập tin chính (miễn phí) vào thời điểm đó, nó đã làm thay đổi cách download file nhạc và dung lượng cũng lớn hơn nhiều so với các chương trình chia sẻ tập tin trước đó. Đặc điểm của phần mềm này là tạo ra một môi trường P2P trên mạng Internet, nhờ đó, người dùng có thể chia sẻ tập tin từ máy tính của mình với tất cả mọi người trên thế giới.

Sau Napster, công nghệ P2P phát triển một cách nhanh chóng, rất nhiều các hệ thống khác như Gnutella [19], Bitorrent [5], ... đã xuất hiện. Các hệ thống P2P này ngoài việc chia sẻ file còn phát triển theo hướng chia sẻ khả năng xử lý của các nút mạng rảnh rỗi.

1.1.1.2. Định nghĩa

Mạng P2P là một mạng máy tính trong đó hoạt động của mạng chủ yếu dựa vào khả năng tính toán và băng thông của các máy tham gia chứ không tập trung vào một số nhỏ các máy chủ trung tâm như các mạng thông thường [18].

Mạng P2P không có khái niệm máy chủ và máy khách. Nói cách khác, tất cả các máy tham gia đều bình đẳng và được gọi là peer. Mỗi nút mạng đóng vai trò đồng thời là máy khách và máy chủ đối với các máy khác trong mạng [18].



Hình 1.1: Mô hình mạng P2P

1.1.1.3. Ưu điểm của mạng P2P

Một ưu điểm quan trọng của mạng P2P là tất cả các máy tham gia mạng đều đóng góp tài nguyên (bao gồm: băng thông, khả năng lưu trữ, và khả năng tính toán). Do đó, khi càng có nhiều máy tham gia mạng thì khả năng tổng thể của hệ thống mạng càng lớn. Ngược lại, trong cấu trúc client-server thông thường, nếu số lượng máy chủ là cố định thì khi số lượng máy khách tăng lên, khả năng chuyển dữ liệu cho mỗi máy khách sẽ giảm xuống.

Tính chất phân tán của mạng P2P cũng giúp cho mạng hoạt động tốt khi một số máy gặp sự cố. Đối với cấu trúc client-server thông thường, chỉ cần máy chủ gặp sự cố thì cả hệ thống sẽ ngưng trệ.

Mạng P2P có nhiều ứng dụng như chia sẻ tệp tin, tất cả các dạng như âm thanh, hình ảnh, dữ liệu,... hoặc để truyền dữ liệu thời gian thực như điện thoại VoIP, P2P TV, P2P streaming. Do vậy, mạng P2P vẫn đang được nghiên cứu và phát triển mạnh mẽ.

1.1.2. Mạng P2P không dây – Mạng tùy biến không dây

Trong những năm gần đây, thế giới đã được chứng kiến sự phát triển ngoạn mục của các ứng dụng không dây. Đây là kết quả tất yếu của các tiến bộ công nghệ liên quan đến mạng không dây và khả năng tính toán, lưu trữ của các thiết bị di động. Toàn bộ hệ thống kết nối di động đều hướng đến một mục tiêu là giúp con người có thể trao đổi và tương tác với nhau ở mọi nơi, mọi lúc. Do vậy một thiết bị di động đang dần dần trở thành thiết bị kết nối toàn cầu cho tất cả mọi người chứ không đơn thuần là một cell phone hay PDA thông thường.

Với sự phát triển của công nghệ lưu trữ, dung lượng bộ nhớ điện thoại di động ngày càng được mở rộng. Nếu như năm 2007, điện thoại có bộ nhớ 8 GB như Nokia N95 8 GB, iPhone, Sony Ericsson W960 là chuẩn lưu trữ cao nhất, thì sang 2008, những thiết bị dung lượng 16 GB bắt đầu ra đời như iPhone 16 GB [2], HTC X7510 [9]. Ngoài ra, các công nghệ kết nối như Bluetooth, WLAN IEEE802.11 b/g và Java game cũng được tích hợp vào các thế hệ điện thoại di động mới.

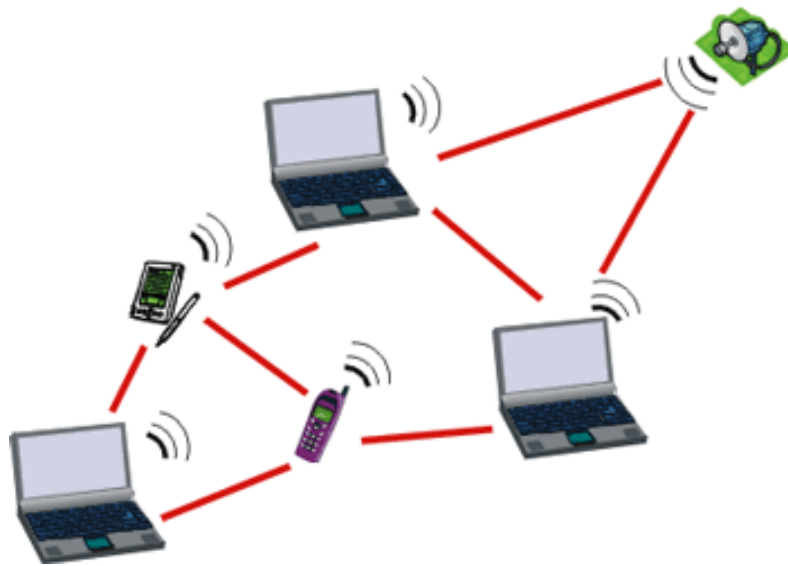
Những tiến bộ công nghệ nói trên đã góp phần tạo ra một kiểu kết nối mới giữa các thiết bị di động, đó là mạng P2P không dây. Trong đó, mỗi thiết bị di động có vai trò và chức năng ngang nhau và được kết nối trực tiếp với nhau thông qua các chuẩn kết nối không dây như Bluetooth, IEEE802.11 ... Như vậy, về bản chất mạng P2P không dây là một mạng tùy biến không dây. Khái niệm về mạng tùy biến không dây được mô tả như sau:

Mạng không dây tùy biến (*Wireless ad-hoc network*): là một tập hợp gồm nhiều hơn một thiết bị/nút mạng với khả năng nối mạng và giao tiếp không dây với nhau mà không cần sự hỗ trợ của một sự quản trị trung tâm

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

nào. Mỗi nút trong một mạng tùy biến không dây hoạt động vừa như một máy chủ (*host*) vừa như một thiết bị định tuyến.

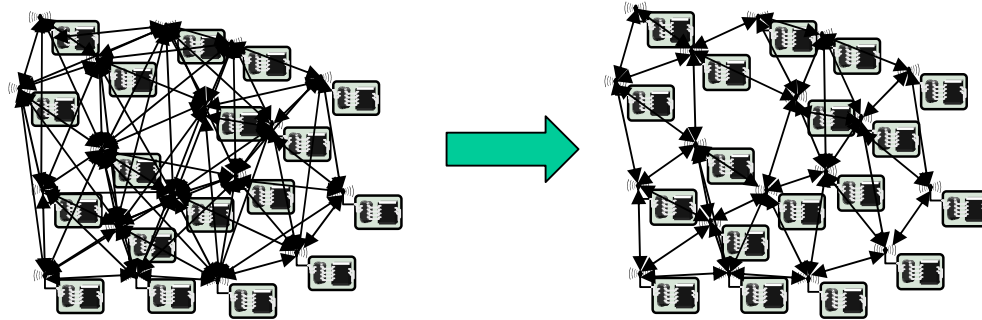
Mạng loại này được gọi là tùy biến (*ad-hoc*) vì mỗi nút đều sẵn sàng chuyển tiếp dữ liệu cho các nút khác, và do đó việc quyết định xem nút nào sẽ thực hiện việc chuyển tiếp dữ liệu được dựa trên tình trạng kết nối của mạng. Điều này trái ngược với các công nghệ mạng cũ hơn, mà trong đó nhiệm vụ chuyển tiếp dữ liệu được thực hiện bởi một số nút chuyên biệt, thường là có phần cứng đặc biệt và được xếp thành các loại như router, switch, hub, firewall.



Hình 1.2: Mạng tùy biến không dây

Trong mạng không dây tùy biến, tình trạng kết nối giữa các nút mạng có thể thay đổi theo thời gian tùy theo chuyển động của nút, sự xuất hiện của nút mới và việc nút cũ rời khỏi mạng. Do đó, các thiết bị hoặc nút mạng phải có khả năng phát hiện sự có mặt của các thiết bị khác để có thể giao tiếp và chia sẻ thông tin. Ngoài ra, nó còn phải có khả năng xác định các loại dịch vụ và thuộc tính tương ứng.

Một vấn đề bất cập xảy ra là khi có nhiều nút mạng thì topology mạng trở nên quá phức tạp: Có quá nhiều kết nối giữa các nút, dẫn đến khả năng xung đột cao, có quá nhiều lựa chọn để routing dẫn đến thuật toán routing khó hoạt động hiệu quả, hao phí năng lượng nút mạng ... Từ đó, một yêu cầu đặt ra là giảm độ phức tạp cho topology mạng, nghĩa là xác định 1 nút được phép tạo kết nối với các nút nào, và xác định cơ chế để tiết kiệm năng lượng cho nút mạng. Đây chính là mục đích của bài toán quản lý topology cho mạng P2P không dây mà luận văn sẽ đề cập trong phần tiếp theo.



**Hình 1.3: Mục đích giải quyết của bài toán quản lý topology
cho mạng tùy biến không dây**

1.2. Bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P

1.2.1. Phát biểu bài toán

Bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P được phát biểu như sau [15]: Quản lý topology là một cách thức phối hợp quyết định của các nút mạng trong đó tính đến giới hạn truyền tín hiệu của nút mạng nhằm tạo ra một mạng với những thuộc tính mong muốn (như tính kết nối) đồng thời giảm năng lượng tiêu thụ của các nút mạng và/hoặc tăng hiệu năng của mạng.

1.2.2. Các phương pháp tiếp cận bài toán quản lý topology cho mạng không dây tùy biến

Hiện nay, các nghiên cứu trên thế giới về bài toán quản lý topology cho mạng không dây tùy biến tập trung theo 2 hướng tiếp cận sau:

1.2.2.1. Hướng tiếp cận dựa trên lý thuyết đồ thị

Theo điều tra của Rajaraman [16] về bài toán quản lý topology trong mạng không dây tùy biến, hướng tiếp cận dựa trên lý thuyết đồ thị của bài toán có thể phát biểu như sau:

Gọi tập các nút trong mạng tùy biến không dây là V , ta định nghĩa 1 đồ thị có hướng G có tập đỉnh là tập các nút mạng V , tập cạnh $\{(u,v) | u,v \in V \text{ và } u \text{ có thể kết nối trực tiếp đến nút } v\}$. Cần xác định một đồ thị T là đồ thị con của G sao cho T có thể đảm bảo được chức năng của mạng. Như vậy bài toán quản lý được quy về việc xây dựng đồ thị T .

Trong nhiều năm, rất nhiều tác giả đã sử dụng phương pháp tiếp cận phi đồ thị để giải bài toán quản lý topology trong mạng tùy biến và đưa ra nhiều công trình nghiên cứu có giá trị nhằm tối ưu hóa các yếu tố khác nhau của mạng. [23] [11] [13] [14] [25].

Như vậy, hướng tiếp cận này thực hiện mô hình hóa toàn bộ mạng thành 1 đồ thị và giải quyết yêu cầu bằng phương pháp toán học. Tuy nhiên nhược điểm của cách tiếp cận này là nó đòi hỏi mỗi nút mạng phải luôn lưu trữ và cập nhật thông tin về toàn bộ mạng, điều này là không khả thi đối với mạng không dây tùy biến có diện rộng và các nút mạng di động.

1.2.2.2. Hướng tiếp cận phi đồ thị

Một hướng tiếp cận khác cho bài toán quản lý topology được đề xuất trong thời gian gần đây là hướng tiếp cận phi đồ thị. Trong hướng tiếp cận

này, các mô hình giải tích và các giới hạn về hiệu năng không được tính toán trước. Thay vào đó, các tác giả sử dụng những môi trường giả lập để đánh giá hiệu năng đạt được của các phương pháp đề xuất.

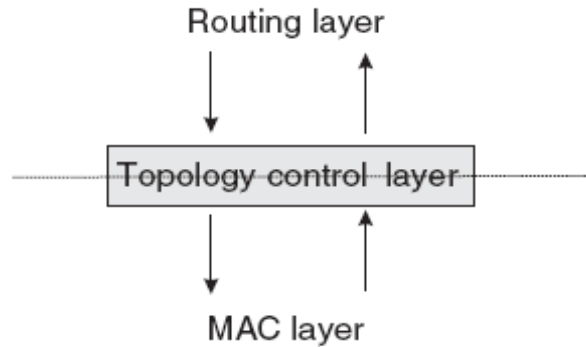
Những vấn đề cần giải quyết của bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P theo hướng tiếp cận phi đồ thị bao gồm:

- Quản lý kết nối của một nút mạng với các nút lân cận: Nghĩa là xác định xem một nút mạng được phép tạo liên kết với nút nào trong giới hạn truyền tín hiệu của nó
- Quản lý việc bật tắt các nút mạng: Nghĩa là thiết lập một cơ chế bật tắt cho các nút trong mạng nhằm tiết kiệm năng lượng cho nút mạng mà vẫn đảm bảo được hiệu năng hoạt động của mạng ở mức chấp nhận được.

Hướng tiếp cận này đã khắc phục được nhược điểm của hướng tiếp cận dựa trên lý thuyết đồ thị, nghĩa là nó khả thi đối với mạng không dây tùy biến có diện rộng và các nút mạng di động. Vì vậy, những chương tiếp theo của luận văn sẽ đi sâu phân tích, so sánh đánh giá một số thuật toán, giao thức theo hướng tiếp cận phi đồ thị để giải quyết bài toán quản lý topology, cụ thể là giải quyết 2 vấn đề nêu trên.

1.2.3. Vị trí của giao thức quản lý topology trong tầng giao thức của mạng tùy biến

Một câu hỏi được đặt ra là: Giao thức quản lý topology sẽ được đặt ở đâu trong mô hình phân tầng giao thức của mạng tùy biến? Trên thực tế, việc tích hợp quản lý topology vào tầng giao thức của mạng tùy biến vẫn là một lĩnh vực nghiên cứu mở và chưa có câu trả lời tối ưu cuối cùng. Tuy nhiên đa số các nghiên cứu gần đây chấp nhận đưa giao thức quản lý topology vào giữa lớp routing và lớp MAC của mạng không dây tùy biến (Hình 1.4). Đây cũng là vị trí được áp dụng trong toàn bộ luận văn này.

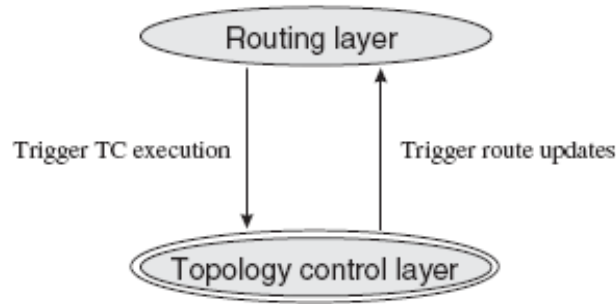


Hình 1.4: Vị trí của giao thức quản lý topology trong tầng giao thức

1.2.3.1. Quan hệ giữa lớp quản lý topology và lớp routing

Lớp routing chịu trách nhiệm tìm đường giữa nút nguồn và nút đích trong mạng. Khi nút mạng u cần gửi một thông điệp tới nút mạng v , nó sẽ gọi đến giao thức routing. Giao thức này sẽ kiểm tra xem đường đi từ nút u đến nút v đã được biết chưa. Nếu chưa, nó bắt đầu thực hiện pha tìm đường (*route discovery*). Mục đích của pha này là xác định đường đi từ nút u đến nút v . Nếu không tìm thấy đường thì việc kết nối giữa 2 nút sẽ bị hủy bỏ hoặc hoãn lại. Nếu tìm được, đường đi giữa nút nguồn và nút đích sẽ được cập nhật vào trong bảng đường đi của nút nguồn và đường đi này xem như đã biết. Ngoài ra, lớp routing cũng chịu trách nhiệm điều khiển các nút trung gian trên đường đi giữa nút nguồn và nút đích để chuyển tiếp các gói tin tới đích.

Sự tương tác hai chiều giữa lớp routing và lớp quản lý topology được minh họa trên hình 1.5 [15]. Trong đó, lớp quản lý topology sẽ tạo ra và duy trì tập các nút liên kề của một nút trong mạng, và có thể yêu cầu lớp routing thực hiện cập nhật lại đường đi khi nó phát hiện rằng danh sách này bị thay đổi. Ngược lại, lớp routing có thể yêu cầu lớp quản lý topology cập nhật lại danh sách các nút mạng lân cận nếu như nó phát hiện ra có quá nhiều đường đi không còn kết nối được.



Hình 1.5: Quan hệ giữa lớp routing và lớp quản lý topology

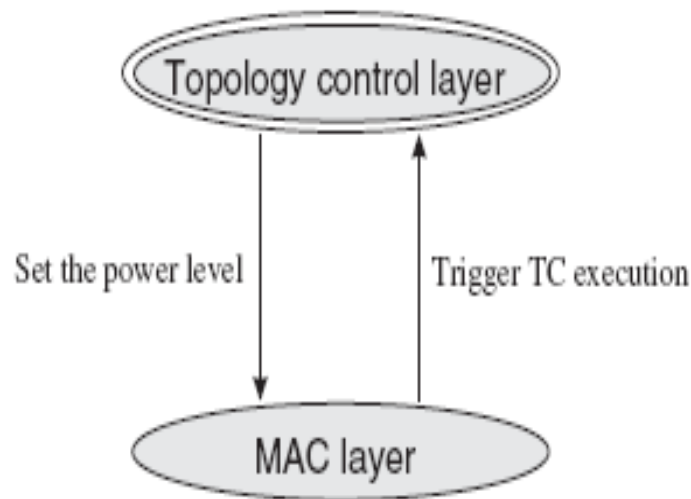
1.2.3.2. Quan hệ giữa lớp quản lý topology và lớp MAC

Lớp MAC (*Medium Access Control*) chịu trách nhiệm điều phối truy cập tới kênh giao tiếp không dây. MAC là lớp giao thức rất quan trọng trong các mạng không dây tùy biến giúp, nó tối thiểu hóa xung đột truy cập của các nút mạng từ đó duy trì hiệu năng cho mạng ở mức chấp nhận được. Để mô tả rõ hơn sự tương tác giữa lớp MAC và lớp quản lý topology ta sử dụng giao thức MAC trong chuẩn IEEE 802.11 để minh họa.

Trong 802.11, việc truy cập vào kênh không dây được điều phối thông qua trao đổi thông điệp RTS/CTS. Khi nút u muốn gửi một gói tin cho nút v, trước hết nó gửi thông điệp RTS (*Request To Send*) trong đó chứa ID của nút u, ID của nút v, và kích thước của gói tin cần gửi. Nếu nút v nằm trong giới hạn truyền tín hiệu của nút u và không có sự cố gì xảy ra, nó sẽ nhận được RTS message, và trong trường hợp việc kết nối có thể thực hiện được, nút v sẽ trả lời lại bằng thông điệp CTS (*Clear To Send*). Nếu nhận được thông điệp CTS, nút u sẽ bắt đầu gửi gói tin và chờ thông điệp ACK (*Acknowledgement*) trả lời từ nút v để báo rằng việc nhận gói tin đã thành công. Để hạn chế xung đột, tất cả các nút mạng lưu giữ một vector để theo dõi các quá trình truyền dữ liệu đang diễn ra (*Network Allocation Vector - NAV*). NAV được cập nhật mỗi khi nút mạng nhận được thông điệp RTS, CTS hoặc ACK.

Chú ý rằng tất cả các nút mạng khác nằm trong trong giới hạn truyền tín của u, v cũng sẽ nghe được một phần hoặc toàn bộ quá trình trao đổi các thông điệp RTS/CTS/ACK giữa u và v. Bằng cách nghe như vậy, mỗi nút mạng sẽ nhận biết được nút mạng nào đang nằm lân cận với mình.

Như vậy sự tương tác hai chiều giữa lớp routing và lớp quản lý topology được minh họa trên hình 1.6 [15]. Trong đó, lớp quản lý topology sẽ thiết lập mức năng lượng cho các nút mạng (quy định cơ chế bật tắt cho nút mạng). Ngược lại lớp MAC sẽ yêu cầu lớp quản lý topology cập nhật lại danh sách liên kết của nút mạng khi nút mạng phát hiện ra những nút mạng mới ở vị trí lân cận với nó (Việc phát hiện các nút mạng mới ở vị trí lân cận được thực hiện nhờ cơ chế “nghe” như đã mô tả ở trên)

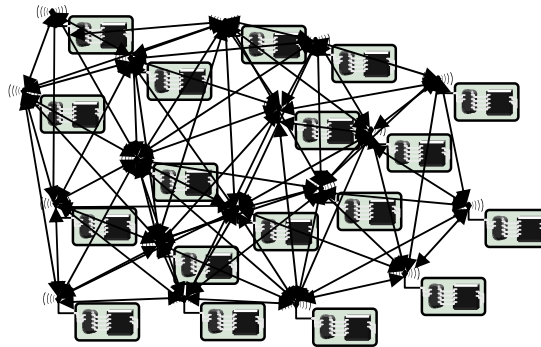


Hình 1.6: Quan hệ giữa lớp quản lý topology và lớp MAC

CHƯƠNG 2 - QUẢN LÝ KẾT NỐI CỦA CÁC NÚT MẠNG LÂN CẬN

2.1. Giới thiệu

Trong mạng không dây tùy biến, mỗi nút mạng có thể kết nối tới tất cả các nút mạng khác nằm trong giới hạn truyền tín hiệu của nó. Tuy nhiên, với một mạng có mật độ nút mạng lớn thì có rất nhiều nút mạng nằm trong giới hạn truyền tín hiệu của mỗi nút và sẽ có quá nhiều kết nối được tạo thành (Hình 2.1). Điều này dẫn đến việc xảy ra xung đột tại lớp MAC, làm cho hoạt động của lớp giao thức MAC trở nên quá phức tạp, đồng thời giao thức routing cũng hoạt động khó khăn hơn do có quá nhiều đường đi để lựa chọn.



Hình 2.1: Mạng không dây tùy biến mật độ lớn

Để giải quyết vấn đề nêu trên, giao thức quản lý topology đưa ra một cơ chế để xác định xem một nút mạng được phép tạo liên kết với những nút mạng nào trong giới hạn truyền tín hiệu của nó.

2.2. Mô hình hóa hệ thống

Xét một ứng dụng chia sẻ file P2P hoạt động ở tầng trên cùng của một mạng không dây P2P với N người dùng (N nút). Gọi nút mạng thứ i là u_i , giới hạn truyền tín hiệu của nút u_i là R_i , khoảng cách từ nút u_i đến nút u_s là $d_{u_i \rightarrow u_s}$, và tập tất cả các nút là U

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

$$U = \{u_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, N\}$$

Giả thiết rằng có tổng số M file trong mạng

$$F = \{f_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, M\}$$

Gọi E_i là mức năng lượng còn lại của nút u_i , và vector nhị phân V_i để biểu diễn các file mà nút u_i lưu giữ

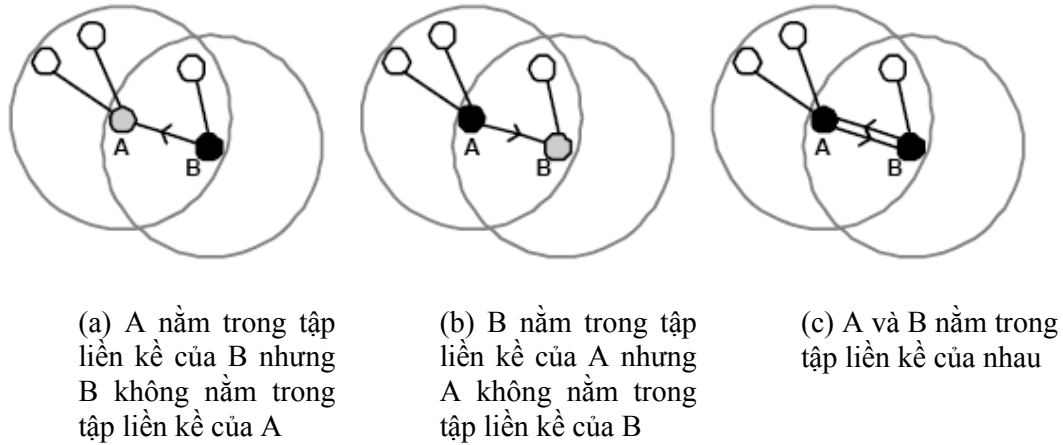
$$\{V_i = \delta_{i,k} \mid k = 1, 2, 3, \dots, v\}, i = 1, 2, 3, \dots, N; v \leq M$$

$$\text{Trong đó } \delta_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{nút có file } f_k \\ 0 & \text{nút không có file } f_k \end{cases}$$

Ta đưa ra định nghĩa về tập liên kề của một nút mạng như sau: Tập liên kề của một nút mạng u_i (Ký hiệu: $Adj(u_i)$) là tập hợp các nút mạng u_s thỏa mãn:

- Nằm trong giới hạn truyền tín hiệu của nút mạng u_i
- Thỏa mãn thuật toán lựa chọn của giao thức quản lý topology

Tính chất bất đối xứng của tập liên kề: Theo cách hiểu thông thường của mạng P2P thì khi nút mạng u_i và u_s có quan hệ với nhau thì chúng sẽ có chức năng tương đương nhau trong mối quan hệ đó. Tuy nhiên điều này không đúng đối với tập liên kề. Vai trò của các nút trong tập liên kề là bất đối xứng, nghĩa là nếu cho $u_i \in Adj(s)$ thì không nhất thiết $u_s \in Adj(i)$, bởi lẽ quy trình xây dựng tập liên kề của tất cả các nút là hoàn toàn độc lập nhau. Điều này được minh họa bằng hình vẽ 2.2: Các đường tròn dùng để biểu diễn giới hạn truyền tín hiệu của các nút, mũi tên dùng để biểu diễn chiều truyền dữ liệu được phép giữa các nút.

**Hình 2.2: Tính bất đối xứng của tập liên kề**

2.3. Một số thuật toán

Các giao thức quản lý topology được đề xuất gần đây đã đưa ra nhiều thuật toán để xây dựng tập liên kề cho nút mạng theo những tiêu chí lựa chọn khác nhau. Trong phạm vi luận văn này, ta sẽ xem xét một số thuật toán tiêu biểu dựa trên những tiêu chí cơ bản sau:

- Tính công bằng giữa các nút mạng: Trong mạng tùy biến không dây, các nút mạng luôn phải đóng góp vào việc duy trì mạng chung (đóng vai trò chuyển tiếp dữ liệu cho nút khác). Điều này làm tiêu hao năng lượng của nút mạng và làm chậm tốc độ xử lý của nút mạng đó. Vì vậy đối với những mạng tùy biến mà các nút mạng có tính cá nhân cao, cần phải có một cơ chế đảm bảo tính công bằng giữa các nút mạng trong việc đóng góp vào duy trì mạng chung. Thuật toán dựa trên tính công bằng được trình bày trong phần 2.3.1 sẽ góp phần giải quyết vấn đề này.

- Tính hiệu quả của việc chia sẻ tập tin giữa các nút mạng: Ứng dụng chia sẻ tập tin là ứng dụng rất phổ biến trong mạng không dây tùy biến hiện nay. Nếu một nút mạng chứa nhiều tập tin được ưa thích thì sẽ có rất nhiều

kết nối đến nút mạng đó để download tập tin. Khi đó dễ xảy ra trường hợp tắc nghẽn mạng và nút mạng đó nhanh chóng cạn kiệt năng lượng. Trong trường hợp này, cần áp dụng một cơ chế để giảm tải cho các nút mạng chứa nhiều tập tin được ưa thích. Thuật toán dựa trên mức độ phổ biến của các file được trình bày trong phần 2.3.2 góp phần giải quyết vấn đề này.

- Tính hiệu quả trong việc sử dụng năng lượng của các nút mạng: Với những mạng tùy biến mà các nút mạng có mức chênh lệch năng lượng lớn, các nút mạng có mức năng lượng thấp sẽ nhanh chóng bị cạn kiệt năng lượng. Để kéo dài hoạt động của các nút mạng này, cần có cơ chế giảm tải cho chúng. Thuật toán dựa trên mức năng lượng của các nút mạng trong trình bày trong phần 2.3.3 sẽ đưa ra cơ chế này.

Đây là những yếu tố quan trọng và cơ bản nhất của các mạng không dây P2P thông dụng hiện nay.

2.3.1. Thuật toán dựa trên tính công bằng

Mục đích của thuật toán là để các nút mạng có mức độ đóng góp vào mạng chung công bằng với nhau. Ta phân các hoạt động của mỗi nút mạng ra thành 2 loại như sau:

- Hoạt động đóng góp vào mạng chung: Bao gồm các công việc như trở thành nút nguồn (*server node*) chứa file cho nút khác download, trở thành nút chuyển tiếp (*relay node*) giữa nút nguồn và nút yêu cầu download file (*client node*), hoặc trao đổi các gói tin điều khiển với các nút khác để duy trì hạ tầng mạng ...

- Hoạt động riêng: Bao gồm việc download file từ các nút khác

Ta lượng hóa mức độ đóng góp này bằng metric sau

$$m_{contrb} = \frac{T_{puble}^i}{T^i} [4]$$

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

Trong đó T_{public}^i biểu diễn khoảng thời gian mà trong đó nút mạng u_i đóng góp vào mạng chung, và T^i là tổng thời gian mà nút u_i tham gia vào mạng P2P như một trong các peer.

Khi đó, tập liên kề của nút u_s được xác định như sau:

$$Adj(u_s) = \{u_i \mid d_{u_s \rightarrow u_i} \leq R_i \wedge m_{contrb} < \lambda_1 \}$$

Trong đó: $d_{u_i \rightarrow u_s}$: là khoảng cách từ nút u_i đến nút u_s

R_i : là giới hạn truyền tín hiệu của nút u_i

λ_1 : là một giá trị ngưỡng nào đó được quy định

Với thuật toán này, những nút đã đóng góp vào mạng chung trong một thời gian dài sẽ được loại khỏi tập liên kề. Như vậy ta có thể dùng T^i và T_{public}^i để giải quyết tính yếu tố “công bằng” đã nêu ở trên.

Đánh giá thuật toán

Để đánh giá hiệu năng thuật toán, các tác giả đã đưa ra mô hình giả lập như sau

Bảng 2.1 Các tham số của mô hình giả lập

Khu vực giả lập	300m x 300m
Thời gian giả lập	4000 giây
Số lượng nút	50
Số lượng file	30
Tốc độ trung bình của 1 nút	0.83-1.11 m/s
Khoảng thời gian TB giữa 2 lần download	100s
Bán kính truyền của mỗi nút	100 m
Tốc độ truyền của mỗi nút	0.6 Mbps
Khoảng thời gian cập nhật tập liên kề của mỗi nút	300 s
λ_1	0.250

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

Ngoài ra, để thực hiện đánh giá, ta sử dụng các đại lượng sau: Tỷ lệ download file thành công và độ trễ:

Tỷ lệ yêu cầu download file thực hiện thành công được định nghĩa như sau

$$\frac{\text{Số yêu cầu download file thực hiện thành công}}{\text{Tổng số yêu cầu download file}}$$

Đại lượng này được dùng để xác định xem liệu thuật toán có làm giảm khả năng download thành công của các nút không, bởi lẽ tổng số nút trong tập liên kề bị giảm đi.

Độ trễ được định nghĩa là khoảng thời gian từ lúc yêu cầu download file được phát ra đến lúc file được download hoàn toàn về nút yêu cầu. Đại lượng này được dùng để xác định liệu thuật toán có làm chậm tiến trình download file hay không

Với mô hình giả lập trên, kết quả đánh giá hiệu năng thuật toán được trình bày trong bảng 2.2 và 2.3:

Bảng 2.2: Tỷ lệ yêu cầu download file thành công khi áp dụng thuật toán dựa trên tính công bằng

	Có dùng thuật toán	Không dùng thuật toán
Lớn nhất	0.78	0.75
Trung bình	0.70	0.63
Nhỏ nhất	0.64	0.52

**Bảng 2.3: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên tính công
(tính theo giây)**

	Có dùng thuật toán	Không dùng thuật toán
Lớn nhất	101.82	122.50
Trung bình	100.20	110.65
Nhỏ nhất	97.78	92.00

Ta thấy rằng khi sử dụng thuật toán thì thời gian đóng góp của mỗi nút bằng cách hoạt động như một server hoặc một nút chuyển tiếp sẽ gần nhau hơn, và nhờ đó mức độ đóng góp của mỗi nút vào mạng chung trở nên công bằng hơn. Đây là khía cạnh thứ nhất về tính công bằng mà cần đạt tới. Thứ hai, bằng cách phân bố đều chức năng làm nút server và nút chuyển tiếp giữa các nút trong mạng, ta có thể hạn chế được tình trạng server bận (*bussy-server*) hoặc nút chuyển tiếp bận (*bussy-relay*). Kết quả là tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công tăng lên, và độ trễ trong việc truyền file giảm xuống (xem bảng 2.2 và 2.3).

Thuật toán này thích hợp cho những mạng mà mỗi nút mạng có tính cá nhân cao và đòi hỏi sự công bằng giữa các thành viên tham gia mạng.

2.3.2. Thuật toán dựa trên tính phổ biến của các file

Thuật toán được thiết kế riêng cho các mạng chia sẻ file không dây P2P. Trong đó yếu tố được xét đến là tính phổ biến của file (hay mức độ ưa thích của người dùng đối với file) được lưu giữ tại các nút mạng. Trên thực tế, nếu nút mạng u_s lưu giữ một số lượng lớn các file có tính phổ biến cao, thì sẽ có rất nhiều nút khác yêu cầu file từ u_s . Điều này không chỉ chiếm băng

thông của u_s , mà còn của các nút liền kề với u_s , bởi lẽ các nút liền kề sẽ phải thường xuyên chuyển tiếp gói tin. Hơn thế nữa, các nút liền kề này sẽ phải hao phí năng lượng 2 lần: một lần là nhận file từ server-peer và một lần chuyển tiếp đến client-peer. Trong khi đó server-node chỉ tốn năng lượng 1 lần cho việc gửi file và client chỉ tốn năng lượng 1 lần cho việc nhận file.

Mục đích của thuật toán là giảm tải cho những nút mạng có nhiều file với mức độ phổ biến cao và các nút liền kề của nó để tránh tắc nghẽn và tránh làm cạn kiệt năng lượng của các nút mạng đó.

Giả định rằng chúng ta có thể đưa ra thứ hạng r cho một file f ($r = 1, 2, 3 \dots$) để biểu diễn mức độ phổ biến của file ta sử dụng định luật Zipf [24]. Định luật này được phát biểu như sau: “Nếu một sự kiện e có thứ hạng là r thì xác suất xuất hiện của sự kiện e tỉ lệ với $\frac{1}{r^k}$ với số mũ k xấp xỉ bằng 1”.

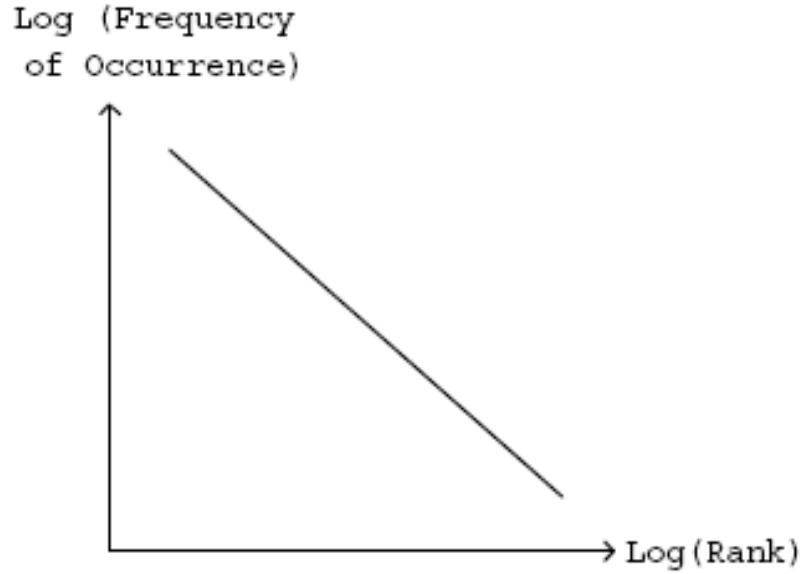
Như vậy nếu một file có thứ hạng r thì xác suất file đó được yêu cầu download là

$$prob(f) = \frac{K}{r^k}$$

Trong đó, số mũ k xấp xỉ bằng 1, K là một hệ số tỷ lệ nào đó (Hệ số này được tính toán trong phần tiếp theo). Điều đó nghĩa là xác suất để một truy vấn tìm kiếm ứng với một file tỷ lệ nghịch với giá trị thứ hạng của nó. Ví dụ, file phổ biến nhất ($rank=1$) sẽ là file có xác suất được yêu cầu cao nhất vì khi đó mẫu số của phân số trong biểu thức trên là nhỏ nhất.

Lấy loga 2 về biểu thức trên ta được:

$$\text{Log(prob}(e)) = -k \log(r) + \log(K)$$



Hình 2.3: Sự phụ thuộc của xác suất download file vào thứ hạng file

Như vậy, một nút sở hữu một số lượng càng lớn các file phổ biến thì nút đó càng có nhiều khả năng trở thành server-peer, và nút đó sẽ cần nhiều năng lượng hơn so với các nút khác.

Gọi r_i là thứ hạng trung bình của các file mà nút u_i nắm giữ:

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^J r'(f_j)}{J}$$

Trong đó $r'(f_j)$ là thứ hạng của file f_j , J là tổng số file mà nút u_i nắm giữ.

Như vậy ta có thể định nghĩa metric về độ phổ biến file cho nút u_i như sau:

$$m_{popu} = \frac{K}{r_i^k} \quad [4]$$

Khi $k=1$, giá trị của K có thể được tính như sau. Giả định rằng có tổng số M file trong mạng chia sẻ file P2P, ta có:

$$\sum_{m=1}^M prob(f_m) = 1 \Rightarrow \sum_{m=1}^M \frac{K}{m^k} = 1 \Rightarrow K = \frac{1}{\sum_{m=1}^M \frac{1}{m^k}}$$

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

Như vậy metric biểu diễn độ phổ biến của file được tính bằng công thức sau:

$$m_{popu} = \frac{1 / \sum_{m=1}^M \frac{1}{m^k}}{r_i^k}$$

Xác xuất này được tính toán dựa trên thứ hạng trung bình của các file được lưu giữ bởi nút u_i , và nó được xem như thước đo để đánh giá khả năng một truy vấn tìm kiếm file sẽ tương ứng với nút u_i

Khi đó, tập liên kề của nút u_s được xác định như sau:

$$Adj(u_s) = \{u_i \mid d_{u_s \rightarrow u_i} \leq R \wedge m_{popu} < \lambda_2 \}$$

Trong đó: $d_{u_i \rightarrow u_s}$: là khoảng cách từ nút u_i đến nút u_s

R : là giới hạn truyền tín hiệu của nút u_i

λ_2 : là một giá trị ngưỡng nào đó được quy định

Đánh giá thuật toán

Với mô hình giả lập đã nêu trong bảng 2.1, và giá trị $\lambda_2=0.016$, kết quả đánh giá hiệu năng thuật toán được trình bày trong bảng 2.4 và 2.5

Bảng 2.4: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công khi sử dụng thuật toán dựa trên độ phổ biến

	Có dùng thuật toán	Không dùng thuật toán
Lớn nhất	0.79	0.75
Trung bình	0.78	0.63
Nhỏ nhất	0.76	0.52

Bảng 2.5: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên độ phổ biến

	Có dùng thuật toán	Không dùng thuật toán
Lớn nhất	69.21	122.50
Trung bình	67.03	110.65
Nhỏ nhất	66.81	92.00

Qua kết quả thử nghiệm ta thấy việc sử dụng metric về độ phổ biến làm tăng tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công và giảm thời gian trễ. Kết quả này có thể được giải thích như sau: Những file có mức phổ biến cao hơn sẽ được yêu cầu nhiều hơn. Bằng cách giới hạn số nút liên kết của nút lưu giữ file có mức độ phổ biến cao, ta có thể tránh được tình trạng một nút luôn phải làm server cho rất nhiều kết nối ra ngoài. Nhờ đó chức năng server sẽ được phân bổ đều hơn giữa các nút. Điều này làm giảm khả năng yêu cầu download file không được thực hiện do server bận. Tỷ lệ download file thành công vì thế được tăng lên và thời gian trễ giảm xuống.

Thuật toán thích hợp với những mạng chia sẻ file âm nhạc, video clip, ... mà có thông tin về thứ hạng (hay độ phổ biến) của các file có thể xác định trước.

2.3.3. Thuật toán dựa trên mức năng lượng của các nút mạng

Yếu tố được xem xét trong thuật toán là mức năng lượng còn lại của các nút mạng. Như đã nói ở trên, một nút trung gian sẽ tốn nhiều năng lượng hơn so với nút client và nút server. Rõ ràng, không nên để một nút còn rất ít năng lượng trở thành nút trung gian chuyển tiếp.

Ta có thể đưa ra một ngưỡng năng lượng để tất cả các nút có năng lượng trên ngưỡng đó sẽ trở thành nút trung gian còn những nút ít năng lượng hơn ngưỡng đó thì luôn luôn được phục vụ. Tuy nhiên cách làm như vậy không công bằng. Vì vậy, thuật toán đề xuất việc sử dụng một metric quan hệ giữa u_s và u_i . Ví dụ, một nút u_i có mức năng lượng cao hơn u_s . Khi đó ta nói u_i thích hợp để trở thành next-hop hơn u_s , và u_i cũng thích hợp để chuyển tiếp các gói tin từ u_s

Metric của thuật toán được định nghĩa như sau:

$$m_{eng} = \frac{E_i}{E_s} [4]$$

Trong đó E_i và E_s là mức năng lượng còn lại của nút u_i và nút u_s . Nếu metric năng lượng càng lớn thì nút u_i càng có nhiều khả năng được chọn là next-hop của u_s .

Tập liên kề của nút u_s được xác định như sau:

$$Adj(u_s) = \{u_i \mid d_{u_s \rightarrow u_i} \leq R \wedge m_{eng} < \lambda_3 \}$$

Trong đó: $d_{u_i \rightarrow u_s}$: là khoảng cách từ nút u_i đến nút u_s

R : là giới hạn truyền tín hiệu của nút u_i

λ_3 : là một giá trị ngưỡng nào đó được quy định

Đánh giá thuật toán

Với mô hình giả lập đã nêu trong bảng 2.1, và giá trị $\lambda_3=1.500$, kết quả đánh giá hiệu năng thuật toán được trình bày trong bảng 2.6 và 2.7

Bảng 2.6: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công khi sử dụng thuật toán dựa trên mức năng lượng

	Có dùng thuật toán	Không dùng ASC
Lớn nhất	0.85	0.75
Trung bình	0.80	0.63
Nhỏ nhất	0.77	0.52

Bảng 2.7: Độ trễ khi sử dụng thuật toán dựa trên mức năng lượng

	Có dùng ASC	Không dùng ASC
Lớn nhất	123.32	122.50
Trung bình	120.00	110.65
Nhỏ nhất	117.56	92.00

Mục đích chính khi đưa ra metric năng lượng là để giảm độ lệch về mức năng lượng giữa các nút khác nhau, trong khi vẫn duy trì được kết nối trong mạng. Phương pháp ở đây cũng là biến đổi tập liên kề và topology của mạng để các chức năng làm server và làm nút chuyển tiếp được phân bố đều hơn. Độ trễ khi sử dụng thuật toán tăng lên là do các nút có năng lượng yếu bị hạn chế làm server và nút chuyển tiếp.

Thuật toán thích hợp với những mạng có mức năng lượng của các nút chênh lệch nhau lớn, và yêu cầu của ứng dụng đòi hỏi tối đa hóa thời gian duy trì hoạt động của các nút mạng (trong đó bao gồm cả những nút có mức năng lượng thấp).

2.4. Vấn đề triển khai các thuật toán

Trong phần này, ta sẽ xem xét và đánh giá phương pháp triển khai các thuật toán trên cho mạng không dây tùy biến.

Trong các thuật toán trên, để xây dựng một tập liên kề cho mỗi nút mạng, các nút cần trao đổi một lượng thông tin nhỏ để tính toán các metric. Lượng thông tin này có thể được kết hợp trong các gói tin RTS/CTS, vì vậy ta không cần tạo thêm các gói tin điều khiển khác. Phương pháp này cũng được sử dụng bởi Muqattash và Krunz trong giao thức điều khiển năng lượng phân tán (*distributed control protocol*) [1]. Tập kết nối (*Connectivity Set*) trong giao thức của họ cũng tương tự như tập liên kề của các thuật toán trên. Tuy nhiên tập liên kề ở đây sử dụng nhiều yếu tố: tính công bằng, mức năng lượng. Những nghiên cứu của Muqattash và Krunz cho thấy việc trao đổi thông tin giữa các peer để thực hiện thuật toán không gây nên hao phí năng lượng đáng kể do lượng thông tin điều khiển là rất nhỏ. Đặc biệt trong tập liên kề đối với các ứng dụng chia sẻ file, lượng thông tin này là rất bé so với kích thước của các file chia sẻ. Theo đề xuất của Muqattash và Krunz, tần suất trao đổi của RTS/CTS không đủ để cập nhật kết nối, và các gói tin HELLO có thể được dùng để trao đổi thông tin nhằm xây dựng tập liên kề.

Một vấn đề thực tế cũng cần được xem xét là độ tin cậy của các nút. Ví dụ như, ta không thể xác định được những giá trị về thời gian, mức năng lượng ... mà một nút cung cấp là đúng với giá trị thật. Như vậy để lấy được giá trị thật cho các metrics trên, các thiết bị cần phải báo giá trị của chúng một cách tự động chứ không phải báo một cách thủ công qua tác động của con người. Với giả thiết rằng một người dùng bình thường không thể hack được vào hệ điều hành của thiết bị thì những giá trị mà thiết bị cung cấp một cách tự động được xem là giá trị thật.

Sau khi nhận được các thông tin cần thiết ($T_{public}^i, T_{private}^s, E_i, E_s \dots$). Mỗi nút sẽ xác định metric cho các nút để cho để có thể thực hiện kết nối, đồng thời cũng báo lại cho các nút khác biết liệu mình có sẵn sàng trở thành next-hop của các nút đó hay không. Và các nút cần một khoảng thời gian chuyển tiếp trước khi các gói tin RTS, CTS hoặc HELLO được trao đổi giữa các nút để tất cả các nút biết được sự tồn tại của nhau và xác định xem nút nào sẽ nằm trong tập liên kề của mình.

Việc đánh giá thứ hạng của 1 file r_i có thể dựa trên các thống kê khác nhau (ví dụ thống kê trên Internet). Luận văn không đi sâu vào phương pháp để xác định r_i và xem như r_i đã biết. Thứ hạng này có thể được thống kê từ trước đó dựa trên việc thống kê truyền file trong mạng Internet.

Việc tính toán tập liên kề có độ phức tạp tính toán là hàm tuyến tính. Độ phức tạp tính toán này phụ thuộc vào tập các nút đầu vào. Cụ thể là tổng số nút và bán kính truyền dữ liệu của các nút. Rõ ràng, thuật toán chỉ liên quan đến việc tìm kiếm các nút thỏa mãn điều kiện của metric tương ứng. Hiện đã có một số thuật toán tuyến tính để giải bài toán này [21]. Số lượng gói tin trao đổi cần tăng lên để phục vụ điều khiển cũng tỷ lệ với số lượng nút. Giả thiết rằng sự xung đột đã được giải quyết ở tầng MAC của mạng. Độ phức tạp tính toán để xây dựng tập liên kề cho 1 nút là $O(kN)$, là một hàm tuyến tính, k là hệ số phụ thuộc vào bán kính truyền của nút và N là tổng số nút nằm trong bán kính truyền của nút.

Tóm lại, việc triển khai các thuật toán vào mạng không dây tùy biến là hoàn toàn khả thi.

2.5. Khuyến nghị về việc sử dụng các thuật toán

Trong mạng tùy biến không dây, các nút mạng luôn phải đóng góp vào việc duy trì mạng chung (đóng vai trò server hoặc nút chuyển tiếp dữ liệu cho nút khác). Điều này làm tiêu hao năng lượng của nút mạng và làm chậm tốc độ xử lý của nút mạng đó. Vì vậy, một tiêu chí rất quan trọng để lựa chọn giao thức quản lý topology là tính cá nhân của các nút mạng.

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

Trường hợp tính cá nhân của mỗi nút mạng cao: Nghĩa là các nút mạng có vai trò tương đương nhau và ứng dụng cần tôn trọng đòi hỏi về tính công bằng giữa các nút mạng. Ví dụ như trong một mạng không dây tùy biến được thiết lập tự phát ở những khu vực công cộng như trên xe buýt, trong nhà chờ tàu hỏa ... Khi đó sẽ là vô lý nếu như một vài nút mạng liên tục phải đóng vai trò làm server hoặc làm nút chuyển tiếp và nhanh chóng bị cạn kiệt năng lượng trong khi các nút mạng khác chỉ download file mà không đóng góp gì vào việc duy trì mạng chung. Trong trường hợp này, việc sử dụng thuật toán dựa trên tính công bằng hoặc thuật toán dựa trên độ phổ biến (nếu có thể thống kê được độ phổ biến của file chia sẻ trong mạng) là hoàn toàn hợp lý.

Trường hợp tính cá nhân của các nút mạng thấp: Nghĩa là các nút mạng được quản lý chung bởi một cá nhân hay tổ chức, hoặc cùng hợp tác với nhau để thực hiện mục đích nào đó. Khi đó để gia tăng thời gian hoạt động và thời gian duy trì kết nối của mạng, những nút mạng mức năng lượng cao hơn cần đóng góp nhiều hơn vào việc duy trì mạng chung so với nút mạng có năng lượng thấp. Như vậy, thuật toán dựa trên mức năng lượng là thích hợp trong tình huống này.

Các đề xuất về việc sử dụng các thuật toán xây dựng tập liên kết được tóm tắt trong bảng 2.8 dưới đây:

Bảng 2.8: Đề xuất sử dụng các thuật toán xây dựng tập liên kết

Tính cá nhân của nút mạng	Thuật toán dựa trên tính công bằng	Thuật toán dựa trên độ phổ biến	Thuật toán dựa trên năng lượng
Cao	Nên sử dụng	Nên sử dụng	Không nên sử dụng
Thấp	Không nên sử dụng	Không nên sử dụng	Nên sử dụng

CHƯƠNG 3 - QUẢN LÝ VIỆC BẬT TẮT NÚT MẠNG

3.1. Giới thiệu

Với sự phát triển nhanh chóng của các nền tảng tính toán di động và thiết bị không dây, các mạng không dây tùy biến ngày càng được quan tâm nhiều hơn như một phương thức truyền truyền số liệu giữa các thiết bị mà không cần quan tâm đến địa điểm vật lý của chúng. Tuy nhiên các thiết bị không dây thường hoạt động dựa trên những nguồn điện di động như pin, acquy, và việc quản lý nguồn điện đã trở thành một vấn đề cốt yếu trong việc duy trì các ứng dụng cho mạng không dây tùy biến. Theo các quan sát và thống kê thực tế, các thiết bị không phải lúc nào cũng truyền nhận dữ liệu, mà phần lớn thời gian chúng ở trạng thái nghỉ (*idle*), ở trạng thái này nút mạng không truyền nhận tín hiệu nhưng luôn sẵn sàng cho việc truyền nhận đó. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi ở trạng thái nghỉ, các thiết bị vẫn tiêu tốn khá nhiều năng lượng (Chỉ ít hơn một chút so với khi truyền nhận dữ liệu). Như vậy, một vấn đề lớn đặt ra để giảm mức tiêu thụ năng lượng trong mạng không dây tùy biến là đưa các nút vào chế độ ngủ (*sleep mode*) trong thời gian lớn nhất có thể. Trong chế độ này, bộ phận vi mạch thu phát sóng radio được tắt đi và nút mạng tiêu thụ năng lượng ở mức thấp nhất.

Hầu hết các thiết bị không dây hiện nay, trong đó bao gồm cả các thiết bị bluetooth và card mạng hỗ trợ chuẩn giao thức IEEE 802.11, đều có thể hoạt động ở các chế độ tiêu thụ năng lượng khác nhau trong đó có chế độ ngủ.

Như vậy, bài toán đặt ra là thiết lập một cơ chế để chuyển các nút mạng về trạng thái ngủ và chuyển chúng trở lại trạng thái hoạt động nhằm tiết kiệm năng lượng nhưng vẫn đảm bảo được kết nối của mạng.

3.2. Phân loại

Tính đến thời điểm hiện tại, những nghiên cứu về cơ chế bật tắt các nút mạng có thể chia thành 3 loại: Cơ chế bật tắt theo yêu cầu, cơ chế bật tắt đồng bộ, và cơ chế bật tắt không đồng bộ.

Cơ chế bật tắt theo yêu cầu (*on-demand wakeup mechanism*): Trong cơ chế này, một nút mạng ở trạng thái hoạt động có thể “đánh thức” một nút mạng ở trạng thái ngủ. Để thực hiện điều này, nút mạng đang ở trạng thái hoạt động gửi đến nút mạng đang ở trạng thái ngủ một tín hiệu có tần số đặc biệt. Tuy nhiên, hiện tại chỉ có một số ít công nghệ đáp ứng được việc truyền tín hiệu có tần số đặc biệt như vậy (VD: công nghệ RFID). Vì vậy, phương pháp này không thích hợp cho các thiết bị di động thông dụng.

Cơ chế bật tắt đồng bộ (*synchronous wakeup mechanism*): Trong cơ chế này, tất cả các nút mạng được chuyển về trạng thái ngủ và được “đánh thức” một cách định kỳ theo cùng một lịch bật tắt giống nhau. Đây là cơ chế được sử dụng trong chế độ Power Saving Mode (PSM) của IEEE 802.11. Yêu cầu đặt ra khi thực hiện cơ chế này là phải đồng bộ hóa đồng hồ trên tất cả các nút mạng. Do đó, cơ chế này chỉ thích hợp với các mạng tĩnh single-hop, tại đó tất cả các nút mạng đều có thể nhận được tín hiệu của nhau và các nút mạng đứng yên. Còn trong mạng tùy biến multi-hop, việc đồng bộ hóa đồng hồ trên các nút mạng là không thực hiện được [10] do tính phân tán và chuyển động của các nút mạng.

Cơ chế bật tắt không đồng bộ (*asynchronous wakeup mechanism*): Trong cơ chế này, các nút mạng không cần đồng bộ hóa tín hiệu đồng hồ với nhau. Thay vào đó, mỗi nút mạng tuân theo lịch bật tắt của riêng nó, nhưng vẫn đảm bảo rằng những nút mạng lân cận nhau có các khoảng thời gian “thức” trùng với nhau. Như vậy, cơ chế bật tắt không đồng bộ dễ triển khai và

được xem là thích hợp nhất đối với các mạng không dây tùy biến thông dụng. Do đó, phần tiếp theo sẽ đi sâu phân tích và đánh giá một số giao thức tiêu biểu để thiết lập cơ chế bật tắt không đồng bộ.

3.3. Một số giao thức bật tắt không đồng bộ

Một tiêu chí quan trọng và có ảnh hưởng lớn đến ứng dụng của mạng không dây tùy biến là tính đứng yên hay chuyển động của các nút mạng. Dựa trên tiêu chí này, nhiều giao thức bật tắt nút mạng đã được đề xuất. Trong đó, một số giao thức chỉ phù hợp với trường hợp các nút mạng đứng yên, còn một số giao thức có thể áp dụng cho cả trường hợp các nút mạng chuyển động. Vì vậy, trong phần 3.3.1, ta sẽ phân tích giao thức RAW là giao thức tiêu biểu cho trường hợp nút mạng đứng yên và phần 3.3.2, 3.3.3 sẽ phân tích giao thức AWP và CAW là những giao thức tiêu biểu cho trường hợp nút mạng chuyển động (Trong đó giao thức CAW có xét thêm yếu tố thói quen của người dùng tại các nút mạng để tối ưu hóa hiệu năng của mạng).

3.3.1. Giao thức RAW

3.3.1.1. Mô tả giao thức

Giao thức RAW [22] bao gồm 2 thành phần: Xác định tập các nút chuyển tiếp và phối hợp bật tắt các nút mạng

Trong các giao thức tìm đường thông thường, đường đi ngắn nhất giữa 2 nút được tính toán trước và nút mạng sẽ chỉ chuyển tiếp gói tin đến nút tiếp theo trên đường đi đó. Tuy nhiên, đối với mạng có mật độ nút mạng lớn thì ngoài đường đi ngắn nhất thì giữa 2 nút mạng sẽ tồn tại rất nhiều đường đi khác có độ dài gần với đường đi ngắn nhất đó. Ý tưởng của giao thức RAW là tận dụng cả những đường đi gần với đường đi ngắn nhất để chuyển tiếp các gói tin đến nút đích mà không làm gia tăng đáng kể độ trễ so với việc chỉ

dùng đường đi ngắn nhất. Nhờ đó, cơ chế bật tắt nút mạng sẽ cho phép nút mạng chỉ hoạt động trong một khoảng thời gian cố định được chọn ngẫu nhiên trong một time frame, còn ngoài khoảng thời gian này thì nút mạng ở trạng thái ngủ.

Xác định tập các nút chuyển tiếp:

RAW đưa ra khái niệm tập các nút lân cận và tập các nút chuyển tiếp như sau:

- Tập nút mạng lân cận của nút mạng i là tập các nút mạng nằm trong giới hạn truyền tín hiệu của nút i
- Tập các nút chuyển tiếp của nút mạng i đối với một nút đích nào đó là tập các nút thuộc lân cận của nút i và có tiềm năng chuyển tiếp gói tin đến nút đích. RAW đưa ra 2 phương pháp để xác định tập chuyển tiếp như sau:

Phương pháp xác định tập chuyển tiếp dựa trên số nút trên đường đi giữa nút nguồn và nút đích (Hop based Forwarding Candidate Set (h-FCS)):

Đối với một nút nguồn s và nút đích d , một nút k là lân cận của nút s sẽ thuộc h-FCS nếu:

$$H(k, d) < H(s, d) + \Delta$$

Trong đó: $H(i, j)$ là số nút của đường đi ngắn nhất giữa nút i và nút j .

Khi $\Delta = 0$ thì đường đi ngắn nhất giữa nút s và nút d đi qua nút k

Khi $\Delta > 2$ thì tất cả các nút lân cận của s đều thuộc h-FCS, bởi lẽ với bất cứ nút lân cận k nào của nút s , luôn tồn tại đường đi $s \rightarrow k \rightarrow s \dots \rightarrow d$ với số nút trên đường đi là $H(s, d) + 2$.

Việc xác định tập chuyển tiếp theo phương pháp này đòi hỏi mỗi nút mạng phải biết trước đường đi ngắn nhất đến tất cả các nút khác trong mạng. Ngoài ra, trong trường hợp $\Delta > 0$ phương pháp này không đảm bảo sẽ chuyển

thành công gói tin đến nút đích. Bởi lẽ đường đi tới nút đích của 2 nút lân cận có thể bằng nhau.

Phương pháp xác định tập chuyển tiếp dựa trên khoảng cách (Distance based Forwarding Candidate Set (d-FCS)):

Đối với mỗi nút nguồn s và nút đích d , một nút k là lân cận của nút s sẽ thuộc d-FCS nếu

$$D(k, d) < D(s, d) - Th$$

Trong đó $D(i, j)$ là khoảng cách địa lý giữa nút i và nút j . Như vậy, nếu một nút lân cận k gần nút đích hơn so với nút s một khoảng ít nhất là Th thì k sẽ thuộc tập chuyển tiếp.

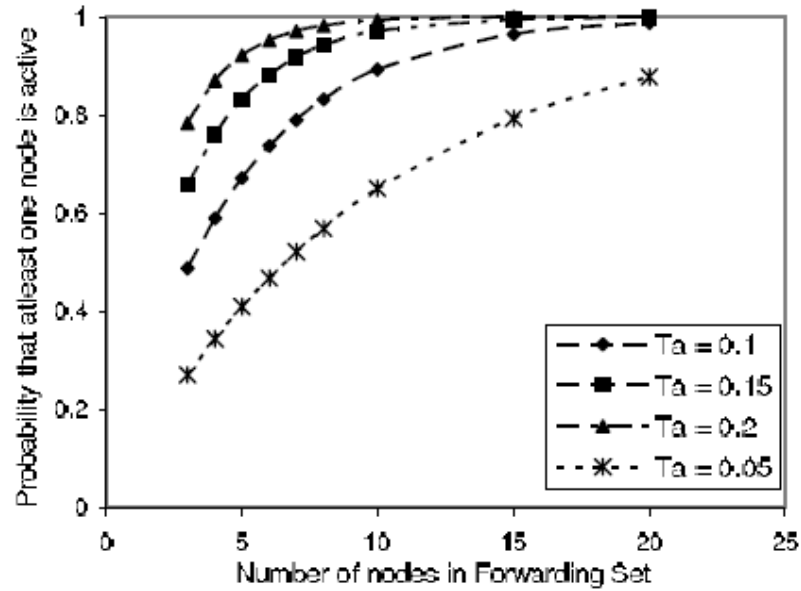
Phương pháp này đảm bảo rằng sẽ không xảy ra vòng lặp trên đường đi từ nút nguồn đến nút đích, bởi vì mỗi nút mạng luôn chuyển tiếp gói tin đến nút mạng gần nút đích hơn so với chính nó. Tuy nhiên, nó cũng không đảm bảo sẽ chuyển tiếp được gói tin đến đích, do có thể tồn tại các khoảng trống giữa các nút. Tuy nhiên trong một mạng có mật độ lớn thì có thể giả thiết rằng các khoảng trống này không tồn tại.

Phối hợp bật tắt các nút mạng

Ý tưởng của phương pháp là cho nút mạng chuyển sang trạng thái hoạt động 1 lần trong một time frame, sau đó lại chuyển nút mạng về trạng thái ngủ. Khoảng thời gian nút mạng ở trạng thái hoạt động là cho trước. Cụ thể, ta xét time frame có độ dài T và khoảng thời gian nút mạng ở trạng thái hoạt động là $T_a < T$. Như vậy, nếu có m nút trong tập chuyển tiếp của nút S khi chuyển gói tin đến nút D thì xác suất để ít nhất 1 trong các nút trên đang ở trạng thái hoạt động khi S đang hoạt động được tính theo công thức sau

$$P = 1 - \left(1 - \frac{T_a}{T}\right)^m$$

Hình 3.1 dưới đây biểu diễn xác suất trên với các giá trị T_a khác nhau



Hình 3.1: Xác suất để có ít nhất 1 nút trong tập chuyển tiếp của nút s ở trạng thái hoạt động khi nút s hoạt động

Các tính toán cho thấy, ngay cả với giá trị T_a nhỏ (15%) thì với 10 nút mạng trong tập lân cận, xác suất trên cũng đạt tới hơn 82%. Như vậy mặc dù các nút được bật lên một cách ngẫu nhiên trong thời gian T_a nhưng xác suất để gói tin được chuyển tới nút đích vẫn rất cao.

3.3.1.2. Triển khai giao thức

Phát hiện nút mạng lân cận

Khi một nút mạng chuyển từ trạng thái ngủ sang trạng thái hoạt động, nó broadcast một message thông báo trong đó chứa id và thời điểm bắt đầu của phiên hoạt động của nó. Để triển khai giao thức, mỗi nút cần lưu giữ một danh sách các nút mạng lân cận, trong đó mỗi phần tử của danh sách có các trường thông tin sau.

node id	clock	schedule	lifespan	location
---------	-------	----------	----------	----------

Hình 3.2: Các trường thông tin cần lưu trữ về nút mạng lân cận của giao thức AWP

Khi phát hiện ra một nút lân cận mới, nút mạng sẽ tự thêm một phần tử vào danh sách trên.

Chuyển tiếp các gói tin

Khi nút mạng i có một gói tin cần chuyển đến nút d , nó lựa chọn nút k trong danh sách các nút lân cận của nó sao cho nút k gần với nút d nhất trong số tất cả các nút lân cận đang hoạt động của i , và phải gần nút d hơn so với bản thân nút i một khoảng ít nhất là Th . Giá trị ngưỡng Th được chọn một cách thích hợp.

3.3.1.3. Đánh giá giao thức

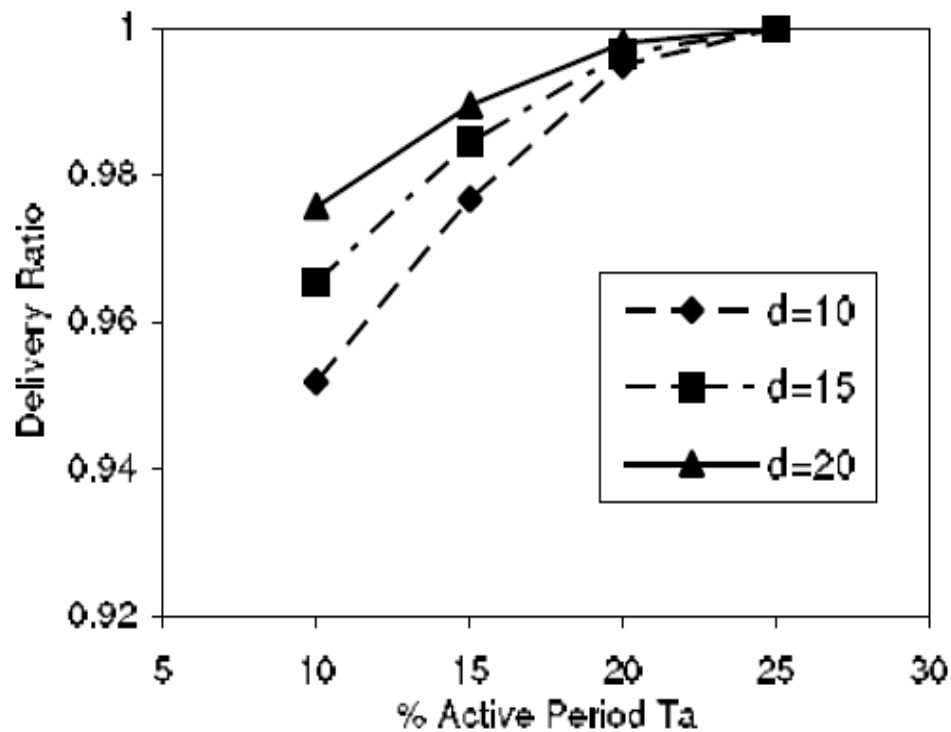
Để đánh giá hiệu năng giao thức, các tác giả đã đưa ra môi trường giả lập để thử nghiệm giao thức RAW bao gồm 25 nút mạng, gửi dữ liệu đến cho nhau một cách ngẫu nhiên với tốc độ 2 packet/giây và cứ 5 giây gửi 1 lần. Khu vực giả lập là $5R \times 5R$, trong đó R là bán kính truyền tín hiệu của các nút mạng. Mỗi gói dữ liệu có kích thước 64 byte bao gồm 12 bytes header, nghĩa là độ dài của thông báo và các thông tin điều khiển nằm trong 12 bytes này. Các nút được triển khai với mật độ phân tán đồng đều nhau. Việc tiêu thụ năng lượng khi chuyển từ chế độ hoạt động sang chế độ ngủ và ngược lại được xem là không đáng kể.

Khi đó, hiệu năng của RAW được đánh giá dựa trên các metric sau:

- Mức độ tiêu thụ năng lượng của các nút mạng
- Tỷ lệ các gói tin được gửi thành công

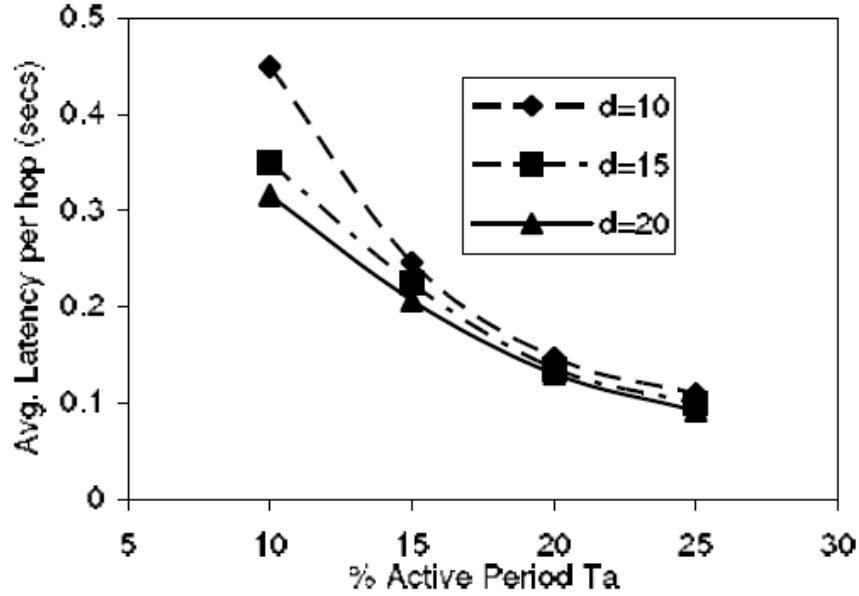
- Độ trễ của các gói tin (Thời gian từ lúc gói tin được phát ra từ nút nguồn đến lúc gói tin tới nút đích)

Đồ thị hình 3.3 biểu diễn sự phụ thuộc của tỷ lệ gói tin được gửi thành công với tỷ lệ phần trăm khoảng thời gian nút mạng ở trạng thái hoạt động. Tỷ lệ thấp nhất trong khu vực có mật độ 10 nút mạng / $R \times R$ luôn lớn hơn 95%. Đồ thị cũng cho thấy RAW có thể mở rộng nếu như giữ nguyên mật độ nút mạng.



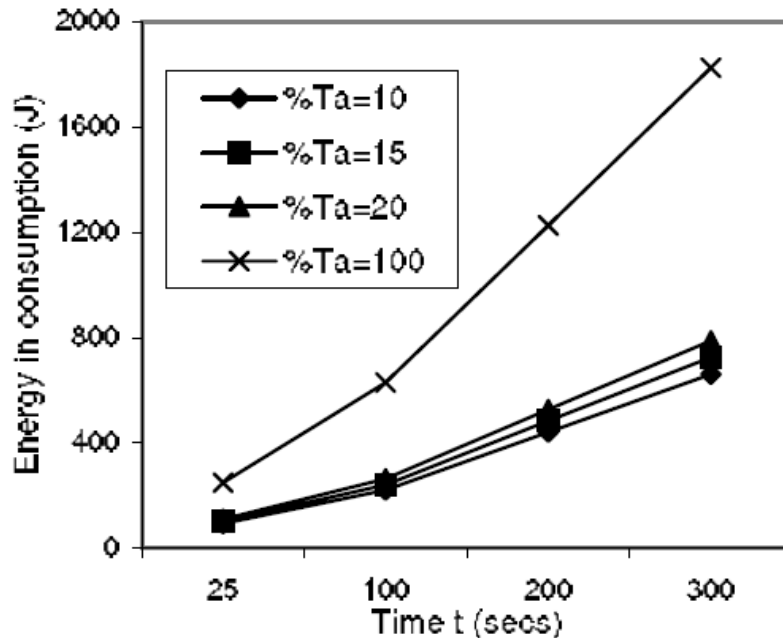
Hình 3.3: Sự phụ thuộc giữa tỷ lệ gói tin được gửi thành công với tỷ lệ phần trăm thời gian hoạt động của nút

Đồ thị hình 3.4 biểu diễn sự phụ thuộc của độ trễ của gói tin vào tỷ lệ phần trăm khoảng thời gian nút mạng ở trạng thái hoạt động. Thời gian hoạt động của nút càng dài thì độ trễ sẽ càng nhỏ, và xác suất một nút tìm được nút lân cận phù hợp để chuyển tiếp gói tin sẽ càng lớn.

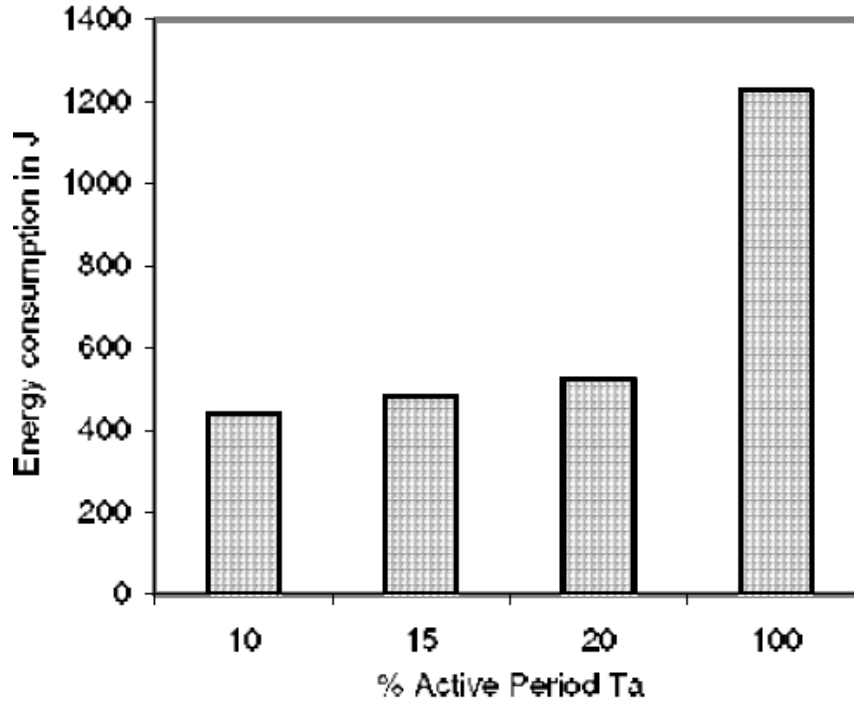


Hình 3.4: Sự phụ thuộc giữa độ trễ của gói tin với tỷ lệ phần trăm thời gian hoạt động của nút

Đồ thị hình 3.5 biểu diễn năng lượng tiêu thụ của 1 nút mạng theo thời gian, và hình 3.6 biểu diễn tổng năng lượng tiêu thụ của mạng trong 300 giây.



Hình 3.5: Năng lượng tiêu thụ của mạng theo thời gian



Hình 3.6: Tổng năng lượng tiêu thụ của mạng trong 300 s

Kết quả giả lập trên cho thấy khi sử dụng RAW mạng tiêu thụ năng lượng ít hơn khoảng 65% so với khi không sử dụng giao thức tiết kiệm năng lượng nào.

Kết quả trên cũng cho thấy, sự phụ thuộc của tỷ lệ gói tin được gửi thành công, độ trễ gói tin, mức độ tiêu thụ năng lượng của nút mạng với khoảng thời gian hoạt động của nút mạng. Nếu khoảng thời gian này càng lớn thì tỷ lệ gói tin được gửi thành công tăng lên, độ trễ giảm xuống nhưng sẽ làm tăng mức tiêu thụ năng lượng. Vì vậy, việc lựa chọn khoảng thời gian này sẽ tùy thuộc vào loại ứng dụng được triển khai trong mạng sao cho độ trễ và tỷ lệ gói tin được gửi thành công ở mức mà ứng dụng có thể chấp nhận được.

Giao thức RAW không đảm bảo sẽ chuyển tiếp gói tin trong khoảng thời gian hữu hạn. Vì vậy, RAW chỉ thích hợp với những mạng sensor trong đó các nút mạng đứng yên

3.3.2. Giao thức AWP

3.3.2.1. Mô tả giao thức

Trong giao thức AWP [17], ta chia trục thời gian ra thành các time frame, mỗi time frame lại được chia thành T time slot có độ dài I và xây dựng một hàm bật tắt cho các nút mạng (*WSF - Wakeup Schedule Function*) trong 1 time frame. WSF của một nút mạng v được biểu diễn như sau:

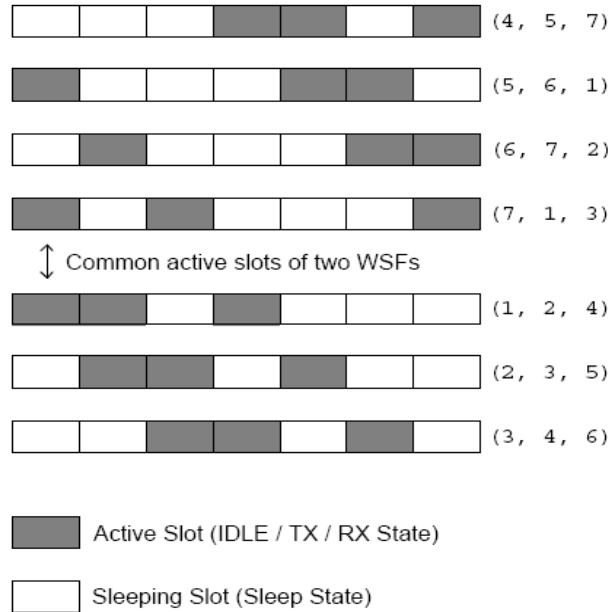
$$f_v(x) = \sum_{i=0}^{T-1} a_i x^i$$

Trong đó $a_i = 0$ hoặc 1 $\forall i \in [0, T-1]$ ($a_i = 1$ nếu nút được bật trong slot i); x là 1 place holder.

Trong [17], các tác giả đã chứng minh thiết kế (7,3,1) (Hình 3.1) là một trong những thiết kế tối ưu. Thiết kế này ứng với hàm WSF là $f(x) = 1 + x + x^3$ với T=7

Theo thiết kế này, nếu mỗi nút được “đánh thức” và chuyển vào trạng thái hoạt động trong 3 time slot là x^{th} , y^{th} , z^{th} thì chúng sẽ có ít nhất 1 time slot trùng nhau. Trong đó (x,y,z) là một thành phần trong tập dưới đây:

$$\{(1;2;4); (2;3;5); (3;4;6); (4;5;7); (5;6;1); (6;7;2); (7;1;3)\}$$



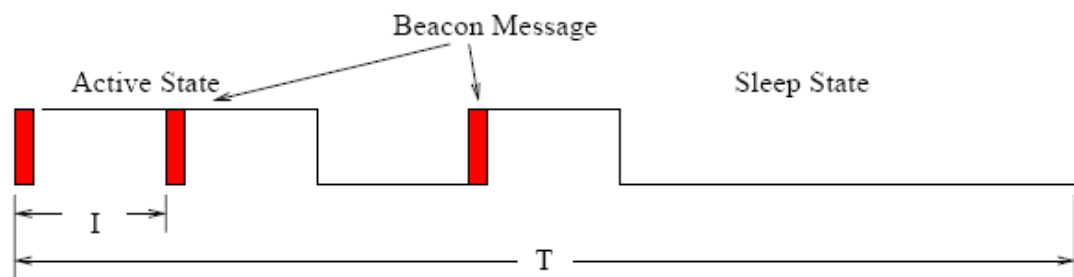
Hình 3.7: Thiết kế (7:3:1) của lịch bật tắt

3.3.2.2. Triển khai giao thức

Giao thức kết nối AWP bao gồm 2 thủ tục sau:

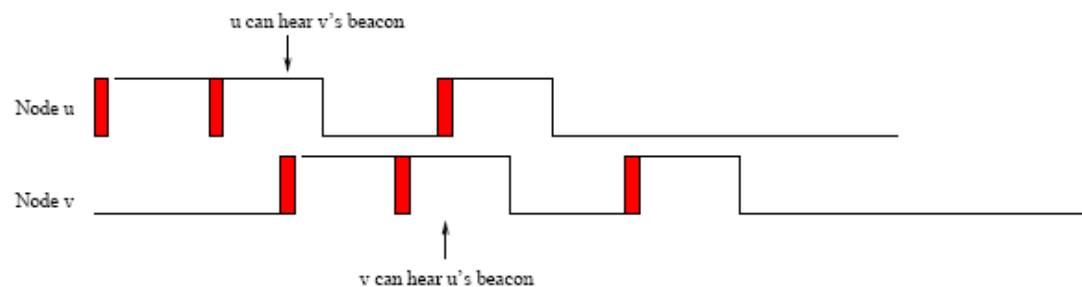
- Phát hiện nút mạng lân cận
- Theo dõi và cập nhật lịch bật tắt của các nút mạng lân cận và truyền dữ liệu.

Thủ tục phát hiện nút mạng lân cận: Ta xét các nút mạng sử dụng lịch bật tắt theo thiết kế (7:3:1) ở trên và đồng hồ của các nút mạng không được đồng bộ hóa. Tại thời điểm đầu của mỗi active time slot, nút mạng sẽ gửi một message thông báo (*beacon message*) tới các nút lân cận xung quanh nó (Hình 3.2).



Hình 3.8: Cấu trúc của 1 time frame

Thiết kế (7,3,1) ở trên đảm bảo rằng các nút mạng ở lân cận nhau chắc chắn sẽ nhận được message thông báo của nhau (Hình 3.3)



Hình 3.9: Ví dụ minh họa về 2 nút lân cận luôn nhận được message thông báo của nhau (Dù đồng hồ bị lệch nhau)

Để triển khai giao thức, mỗi nút cần lưu giữ một danh sách các nút mạng lân cận của nó, mỗi phần tử của danh sách bao gồm các trường sau:

node id	clock	schedule	last_fresh	lifespan
---------	-------	----------	------------	----------

Hình 3.10: Các trường thông tin cần lưu trữ về một nút mạng lân cận trong giao thức AWP

Ý nghĩa của các trường thông tin được đề cập trong phần dưới.

Thủ tục theo dõi và cập nhật lịch bật tắt của các nút mạng lân cận và truyền dữ liệu:

Nếu nút mạng u nhận được message thông báo của nút mạng v thì nó biết rằng nút v sẽ ở trạng thái hoạt động trong một khoảng thời gian I tiếp theo. Khi đó, nếu nút mạng u còn dữ liệu được buffered cho nút v thì nó sẽ tiến hành gửi những dữ liệu đó cho nút v .

Trong message thông báo, ta đưa thêm trường time stamp trong đó lưu giá trị đồng hồ, và lịch bật tắt hiện thời của nút gửi. Khi nhận được message thông báo, nút mạng sẽ cập nhật vào phần tử tương ứng trong danh sách các nút lân cận của mình như sau: giá trị đồng hồ được lưu vào trường clock, độ lệch nhau giữa 2 lịch bật tắt được lưu vào trường schedule.

Khi một nút mạng chuyển từ trạng thái ngủ sang trạng thái hoạt động, nó sẽ kiểm tra danh sách các nút lân cận và gửi các gói dữ liệu còn bị treo cho các nút đang hoạt động (Việc xác định nút nào đang hoạt động dựa trên tính toán trường clock và trường schedule). Nếu các gói tin gửi tới một nút lân cận mà đang ở trạng thái ngủ thì nó được buffered lại để gửi lại trong lần sau.

Do giao thức AWP và giao thức CAW có nhiều điểm tương tự nhau, vì vậy ta sẽ đánh giá chung cả 2 giao thức trong phần 3.3.3.3

3.3.3. Giao thức CAW

Trong giao thức CAW [3], ta xây dựng các “cộng đồng ảo” giữa các nút mạng. Ta định nghĩa một cộng đồng (*comunity*) là một tập gồm 2 hoặc nhiều nút mạng có cùng một thói quen nào đó. Các thành viên trong một cộng đồng sẽ tuân theo cùng một lịch bật tắt. Giao thức này cho phép duy trì kết nối giữa các peer có thói quen tương tự nhau trong việc chia sẻ file. Hơn nữa, giao thức còn giúp tiết kiệm năng lượng giữa các nút.

3.3.3.1. Mô tả giao thức

CAW được thiết kế cho mạng chia sẻ file không dây. Khái niệm “cộng đồng” được đưa ra dựa trên một thực tế là các nút mạng trao đổi file với nhau (nút gửi, nút nhận) thường có chung một sở thích về file. Ví dụ, trong một mạng chia sẻ file âm nhạc, nút A yêu cầu một bài hát X biểu diễn bởi ca sĩ Y bởi lẽ ca sĩ Y là thần tượng của người sử dụng nút mạng A. Ai sẽ là người có file X? Thông thường người dùng sẽ download và lưu giữ một file nhạc trong máy của mình khi anh ta thích file nhạc đó. Như vậy, một người dùng cũng yêu thích bài hát của ca sĩ Y sẽ có nhiều khả năng có file X và có thể chia sẻ cho người dùng A. Thật vậy “cộng đồng” thường dùng để chỉ hai hay nhiều thực thể có cùng một thói quen hay sở thích nào đó. Bây giờ một câu hỏi được đặt ra là làm thế nào để nhận biết và xây dựng các cộng đồng trong một mạng chia sẻ file không dây.

Mô hình hệ thống trong CAW tương tự như trong ASC. Nhưng ở đây, chúng ta giả thiết thêm rằng các file trong mạng là các file âm nhạc (Đây là một trong các loại file được chia sẻ nhiều nhất trong các mạng P2P không dây hiện nay) và ta giả thiết các file này là những bài hát được hát bởi những ca sĩ khác nhau. Xét một số file âm nhạc được chia sẻ trong một mạng với N nút mạng $U = \{u_i \mid 0 \leq i \leq N\}$. Tập các ca sĩ là:

$$S = \{S_k \mid 0 \leq k \leq Z\}$$

Trong đó Z là một số nguyên. Các ký hiệu được mô tả trong bảng 6.6. Ta sử dụng độ tương tự (*similarity measurement*) trong lĩnh vực thu thập thông tin (*Information Retrieval*) (IR) [6] để xây dựng các cộng đồng. IR nghiên cứu quá trình lưu trữ, tổ chức, đánh chỉ mục, và truy cập (thường cho một số lượng lớn các đối tượng). Máy tìm kiếm Google là một ví dụ điển hình về hệ thống thu thập thông tin (*Information Retrieval System*). Trong IR, có rất nhiều các độ đo được đưa ra để xác định mức độ tương tự giữa các đối tượng. Trong CAW, ta sử dụng khái niệm của một số công nghệ này để tính toán mức độ tương tự giữa các nút mạng và phân chúng vào các cộng đồng khác nhau.

Ta xác định độ tương tự giữa 2 nút mạng bất kỳ u_i và u_j dựa trên số lượng bài hát mà người dùng của 2 nút mạng này sở hữu đối với các ca sĩ khác nhau. Nếu 2 người dùng đều có rất nhiều bài hát của ca sĩ A thì độ tương tự của 2 nút mạng sẽ tăng lên. Và tất nhiên ta sẽ giảm trọng số của ca sĩ X nếu ca sĩ đó là rất nổi tiếng và gần như tất cả người dùng đều có bài hát của ca sĩ này. Như vậy việc 2 người dùng cùng có bài hát của ca sĩ X sẽ không được xem như một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến độ tương tự của 2 nút mạng. Điều này cũng tương tự như một khái niệm truyền thống trong IR đó là các yếu tố xuất hiện thường xuyên sẽ có độ quan trọng thấp hơn trong việc so sánh độ tương tự giữa 2 đối tượng.

Tóm lại, ta định nghĩa độ quan trọng q_{ik} của ca sĩ s_k đối với người dùng u_i [3] là

$$q_{ik} = n_{ik} [\log_2 N - \log_2 n_k^{users}] + 1$$

Trong đó n_{ik} là tổng số bài hát của ca sĩ s_k mà người dùng u_i đang lưu giữ n_k^{users} là số người dùng có lưu giữ bài hát của ca sĩ s_k . Giả thiết rằng có

Giao thức quản lý topology trong mạng không dây ngang hàng

tổng số K ca sĩ trong hệ thống được xét. Việc lựa chọn số K này phải đủ lớn để biểu diễn được những sở thích của những người dùng khác nhau. Việc lựa chọn số K cũng phụ thuộc vào việc tính toán năng lượng của các thiết bị di động. Giá trị K rất quan trọng để từ đó ta xây dựng một vector K trong không gian K chiều cho mỗi người dùng. Vector này được gọi là vector sở thích (*Preference vector*) để biểu diễn sở thích của người dùng.

$$Q_{pref} = \{q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{ik}\}$$

Độ tương tự (*Similarity*) $SIM_{user}(i, j)$ giữa 2 người dùng u_i và u_j trong mạng chia sẻ file không dây P2P được định nghĩa: [3]

$$SIM_{user}(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^K (q_{ik} \cdot q_{jk})}{\sum_{k=1}^K q_{ik}^2 + \sum_{k=1}^K q_{jk}^2 - \sum_{k=1}^K q_{ik} q_{jk}}$$

Trong CAW những người dùng thuộc cộng đồng C nếu độ tương tự của họ lớn hơn một giá trị ngưỡng SIM_{th}

$$C = u_i \cup \{u_j \mid SIM_{users}(i, j) \geq SIM_{th}, 1 \leq j \leq N\}$$

Giả thiết tập C được khởi tạo bằng nút ban đầu u_i

Ở đây ta coi rằng sau khi đã tham gia vào một cộng đồng thì nút mạng không nên tham gia vào cộng đồng khác (Điều này sẽ được giải thích trong phần tiếp theo) và mỗi thành viên của cộng đồng có trách nhiệm hỗ trợ cho cộng đồng của mình. Trong CAW, những thành viên trong cùng một cộng đồng sẽ có cùng một lịch bật tắt. Lý do của điều này là khi nhóm người dùng vào các cộng đồng và gán cho cộng đồng 1 cùng lịch bật tắt thì sẽ làm tăng khả năng thành công của việc trao đổi file, tiết kiệm năng lượng và tối thiểu hóa nhiễu bằng offset các khoảng thời gian bật (*active*) của các cộng đồng khác nhau.

Thuật toán CAW sử dụng thiết kế (7,3,1) cho lịch bật tắt giống như thuật toán AWP. Dựa vào thiết kế này, cùng với thủ tục xác định nút lân cận trong như trong AWP, bất cứ 2 nút lân cận nào cũng sẽ phát hiện ra nhau. Trong CAW, các thành viên cùng 1 cộng đồng sẽ sử dụng cùng 1 hàm WSF và sẽ được bật, tắt cùng một lúc với nhau. Ta cũng không loại trừ trường hợp một nút mạng dùng muốn download một file ở ngoài cộng đồng của nút đó. Điều này vẫn có thể thực hiện được với cơ chế (7,3,1) của WSF như đã trình bày ở trên. Việc sử dụng lịch bật tắt này đảm bảo rằng một nút có thể phát hiện ra các nút xung quanh nó cho dù các nút đó sử dụng bất cứ lịch bật tắt nào trong tập hợp, bởi lẽ trong thời gian 1 time frame 2 nút chắc chắn sẽ cùng active trong 1 time slot. Vấn đề duy nhất đó là người dùng ở các cộng đồng khác nhau sẽ phát hiện ra nhau với độ trễ lớn hơn nếu họ không dùng chung 1 lịch bật tắt. Ví dụ, trong thiết kế (7,3,1), trường hợp xấu nhất là khi 2 cộng đồng trùng nhau ở time slot cuối cùng trong time frame (Ví dụ như (6,7,2) và (7,1,3) thì trong tất cả các time frame, các gói tin sẽ không được buffered cho đến time slot cuối cùng. Tuy nhiên, mạng vẫn được kết nối, không bị chia cắt.

Nói tóm lại CAW được sinh ra từ AWP và ta mở rộng AWP bằng cách thêm vào khái niệm về cộng đồng. Để xác định độ tương tự giữa các người dùng từ các cộng đồng khác nhau trong mạng và nhóm và cộng đồng. Ta sử dụng công nghệ đo mức độ tương tự truyền thống trong thu thập thông tin. Mục đích của việc nhóm người dùng vào các cộng đồng là cho phép những người dùng với sở thích giống nhau sẽ được active cùng nhau. Lý do là vì người dùng thường hay kết nối với những người có cùng sở thích với mình khi sử dụng dịch vụ chia sẻ file. Bằng cách nhóm họ vào các cộng đồng ảo, cơ hội để họ lấy được các file mong muốn sẽ tăng lên. Điều này đồng thời cũng làm giảm độ trễ. Khi một nhóm người dùng đang hoạt động thì những nhóm khác không quan tâm đến hoạt động truyền file của nhóm đó có thể chuyển sang trạng thái ngủ.

3.3.3.2. Triển khai giao thức

Bước đầu tiên của CAW là thiết lập nên các cộng đồng. Trong bước này, một nút mạng trước hết phải nghe ngóng trong một khoảng thời gian xác định, khoảng thời gian này phụ thuộc vào mật độ của các nút, các ứng dụng chạy ở tầng trên ... Sau khi khoảng thời gian này kết thúc thì nút mạng sẽ broadcast một message thông báo (Nếu nút mạng không nhận được một message thông báo nào trong suốt quá trình nghe). Lúc này, nút mạng đó sẽ đóng vai trò như một tác nhân đồng bộ hóa (*synchronizer*). Message này chứa vector sở thích như đã mô tả ở trên và hàm WSF mà nó sử dụng. Những nút mạng khác khi nhận được message này sẽ có thể xác định được độ tương tự của chính nó với nút đã gửi message. Nếu giá trị của hệ số Jaccard lớn hơn một giá trị ngưỡng nào đó thì nút nhận message sẽ quyết định sử dụng cùng một WSF với nút gửi. Và như vậy đã tạo thành một cộng đồng gồm có 2 thành viên. Tiếp tục như vậy, các thành viên mới cũng lại broadcast message thông báo của mình để cho các nút khác so sánh vector sở thích của bản thân với nó. Trong trường hợp ngược lại, nếu nút nhận message thấy rằng độ tương tự nhỏ hơn giá trị ngưỡng, nó sẽ tiếp tục nghe đến khi tìm thấy 1 cộng đồng phù hợp để tham gia. Nếu nó không thể tham gia một cộng đồng nào trong suốt quá trình nghe thì nó sẽ gửi message thông báo để tạo một cộng đồng mới và mời các thành viên khác tham gia. Để giảm bớt sự cạnh tranh, khoảng thời gian nghe của các nút được lấy ngẫu nhiên trong khoảng từ 0 đến T_{announce} .

Mỗi nút mạng chỉ tham gia vào một nhóm duy nhất. Ở đây là ta giả thiết rằng sở thích của một người dùng là một yếu tố sẽ không thay đổi quá nhanh cho dù số lượng file được lưu giữ bởi người dùng đó luôn thay đổi (Sở thích là một đặc tính chỉ thay đổi chậm, và có liên quan đến tính di động của người dùng).

Một người dùng có thể có sở thích tương tự với nhiều người dùng lân cận. Nhưng trong việc thành lập cộng đồng, hệ thống không yêu cầu người dùng lựa chọn cộng đồng một cách thủ công (Như đặt câu hỏi: "Ca sĩ nào mà bạn thích nhất") mà thay vào đó hệ thống tính toán hệ số tương tự. 2 người dùng được xếp vào cùng một cộng đồng nếu các file của họ được xem là tương tự, ví dụ như giá trị của hệ số Jaccard lớn hơn một ngưỡng cụ thể nào đó.

Với mỗi cộng đồng, message thông báo sẽ được gửi lại một cách định kỳ sau r giây. r là giá trị ngẫu nhiên nhỏ hơn R (R đã được định nghĩa trước). Điều này cho phép tất cả các thành viên của cộng đồng đóng góp vào việc mở rộng cộng đồng đó (Nhờ các message này, những nút mới tham gia mạng có thể xác định được cộng đồng phù hợp với mình). Mục đích thứ 2 là để thích nghi với tính động của mạng. Do tất cả các nút đều chuyển động, các thành viên ban đầu thuộc vào cùng một cộng đồng và sử dụng cùng một WSF có thể rời xa nhau trong quá trình chuyển động. Như vậy sau khoảng thời gian r giây, không chỉ các nút mới có thể tìm thấy cộng đồng phù hợp với mình mà ngay cả những nút cũ cũng có thể kiểm tra xem nó còn nghe thấy tín hiệu WSF broadcasting ở gần nó không. Nếu không, nút đó cần tham gia vào các cộng đồng khác.

Trên thực tế, mỗi nút cần tính toán vector sở thích trước khi tham gia mạng. Thông thường, người dùng luôn download nhạc vào máy nghe nhạc hoặc PDA từ máy PC. Tại thời điểm này, giao thức cần thực hiện thêm duy nhất một bước nữa là tính toán vector sở thích.

Khi nhận được các vector sở thích của người dùng khác, việc tính toán các mức độ sở thích được thực hiện trên từng thiết bị di động chỉ giới hạn trong phép cộng và phép trừ nên hoàn toàn có thể thực hiện được. Điểm cuối cùng cần chú ý là khi một file bắt đầu được truyền, các nút sẽ bỏ qua lịch bật tắt và sẽ ở trạng thái bật cho đến khi việc truyền file kết thúc.

Vấn đề phát hiện nút mạng lân cận

Khác với giao thức AWP, khi sử dụng CAW nút mạng không sử dụng các message thông báo tại các active time slot để báo cho các nút lân cận nó biết về trạng thái hoạt động của nó. Thay vào đó, khi thiết lập các cộng đồng thì các nút mạng trong cùng một cộng đồng đã có chung hàm WSF và được đồng bộ hóa với nhau. Để duy trì kết nối với các cộng đồng khác, mỗi nút mạng sẽ ghi lại hàm WSF của các nút lân cận nó nhưng không nằm cùng cộng đồng với nó. Với mỗi cộng đồng, message thông báo sẽ được gửi lại cho tất cả các thành viên một cách định kỳ sau r time frame. Điều này cho phép các nút mới tham gia vào mạng có thể xác định được cộng đồng phù hợp với mình.

3.3.3.3. Đánh giá giao thức

Do giao thức CAW và AWP có nhiều đặc điểm chung nên trong phần này ta thực hiện đánh giá chung cả 2 giao thức

Giả lập

Các điều kiện trong mô hình thử nghiệm của CAW và AWP là tương tự nhau, được mô tả trong bảng sau

Bảng 3.1: Các tham số chính sử dụng trong mô hình giả lập AWP, CAW

Khu vực giả lập	300m x 300m
Thời gian giả lập	3000 giây
Số lượng nút	100
Số lượng file	60
Tốc độ trung bình của 1 nút	0.83-1.11 m/s
Mean inter-request arrival time	100s
Bán kính truyền của mỗi nút	100 m
Tốc độ truyền của mỗi nút	1 Mbps
Khoảng thời gian cập nhật cộng đồng của mỗi nút	300 s
Ngưỡng về độ giống nhau SIM_{th} (Dùng cho CAW)	0.75

Trong CAW, ta giả thiết rằng các thiết bị di động được có 4 chế độ làm việc: Truyền (*Transmission*), nhận (*Receive*), nhàn rỗi (*Idle*), ngủ (*Sleep*). Trong khi ở mô hình thử nghiệm ASC không có chế độ ngủ.

Tỷ lệ tiêu thụ năng lượng trong 4 chế độ được thiết lập là 1: 0.6 : 0.5 : 0.08 như đã chứng minh trong [12]. Việc tiêu thụ năng lượng của một nút được mô hình hóa như sau:

$$P_{TX}T_{TX} + P_{RX}T_{RX} + P_{IDLE}T_{IDLE} + P_{sleep}T_{sleep}$$

Trong đó các P diễn tả việc tiêu thụ năng lượng ở các chế độ Transmit, Receive, Idle và Sleep và T diễn tả thời gian tương ứng mà các thiết bị ở từng chế độ đó. Thêm vào đó, để minh họa một cách rõ ràng sự hình thành của các cộng đồng với các đủ ca sĩ và thành viên của những cộng đồng khác nhau, số lượng người dùng và số lượng file được trong mạng cũng sẽ khác so với trong ASC. Có 6 ca sĩ khác nhau, 100 người dùng và 60 file được chia sẻ trong mạng. Giá trị ngưỡng của hệ số Jasscard được sử dụng để so sánh mức độ giống nhau của người dùng để có thể quyết định tham gia vào một cộng đồng là 0.75. Bảng 6.1 mô tả các tham số chính:

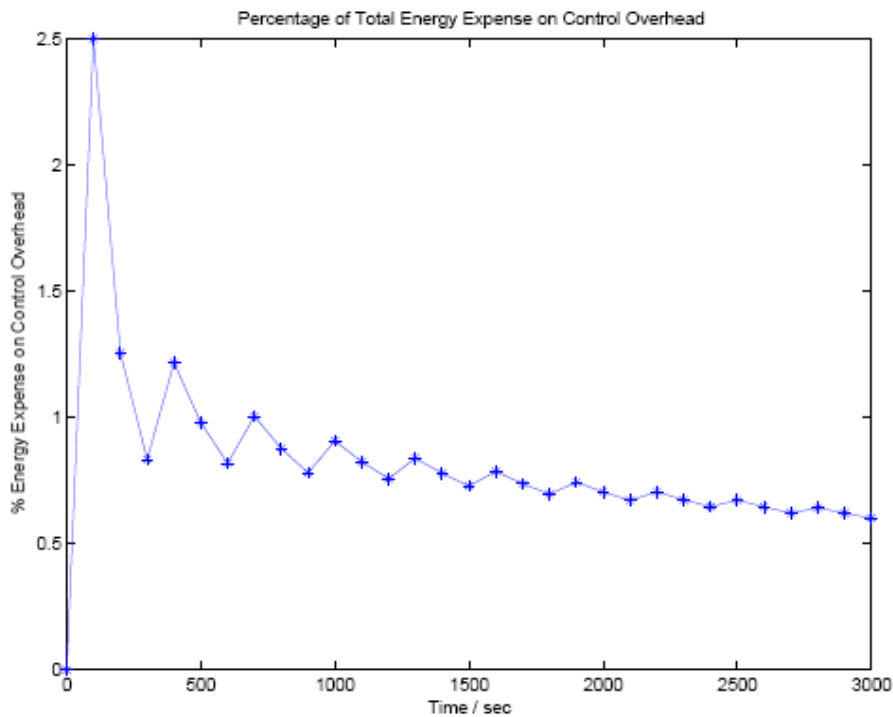
Có 2 điểm chuẩn để đánh giá CAW. Thứ nhất, khi sinh ra CAW từ AWP, ta so sánh hiệu năng của CAW với AWP. Thứ hai, ta so sánh trường hợp khi CAW được dùng và trường hợp khi không sử dụng giao thức bật tắt nào. Trong tất cả các giả lập này, lịch bật tắt được sử dụng theo thiết kế (7,3,1).

Do tính ngẫu nhiên của mô hình chuyển động và mô hình yêu cầu file như đã nói ở trên, kết quả thử nghiệm cho các trường hợp là không hoàn toàn giống nhau. Vì vậy, ta đưa ra giá trị lớn nhất, giá trị nhỏ nhất và giá trị trung bình của tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công, thời gian trễ.

Năng lượng sử dụng cho việc điều khiển

Sự khác biệt cơ bản giữa CAW và AWP là việc sử dụng các cộng đồng. Ta sẽ xem xét năng lượng hao phí để thiết lập cộng đồng khi sử dụng CAW so với AWP. Xét hình 3.5, ta thấy năng lượng trung bình cần cho việc thiết lập cộng đồng như việc broadcast các gói tin thông báo chỉ chiếm 1% tổng năng lượng trong quá trình chia sẻ file. Điều này là do kích thước của những gói tin này là rất nhỏ so với kích cỡ của các file được chia sẻ trong mạng (Cỡ Megabyte). Năng lượng cần thiết cho việc điều khiển sẽ lớn hơn khi mạng bắt

đầu hoạt động do sự khởi tạo của các cộng đồng. Nhưng chỉ sau một khoảng thời gian ngắn, năng lượng hao phí do điều khiển sẽ dao động xung quanh một giá trị cố định. Hình dưới là một đồ thị răng cưa, bởi lẽ một nút sẽ cập nhật thông tin về cộng đồng của nó một cách định kỳ. Tại mỗi thời điểm cập nhật như vậy, các gói tiên điều khiển sẽ được trao đổi.



Hình 3.11: Tỷ lệ phần trăm của năng lượng dùng cho việc điều khiển trong giao thức CAW

So sánh CAW và AWP

Như trong bảng 3.2 và 3.3, CAW hoạt động tốt hơn AWP do có tỷ lệ yêu cầu được thực hiện thành công cao hơn và thời gian trễ thấp hơn. Kết quả cho thấy rằng tỷ lệ yêu cầu được thực hiện thành công trong CAW lớn hơn trong AWP khi cả hai cùng thực hiện download cùng một series các file sau 3000 giây.

Bảng 3.2: Tỷ lệ yêu cầu download file được thực hiện thành công đối với CAW và AWP

	CAW	AWP
Lớn nhất	0.99	0.88
Trung bình	0.98	0.85
Nhỏ nhất	0.89	0.81

Bảng 3.3: Độ trễ của CAW và AWP

	CAW	AWP
Lớn nhất	110.20	143.50
Trung bình	100.50	122.80
Nhỏ nhất	98.72	100.86

3.4. Khuyến nghị về việc sử dụng các giao thức

Như đã phân tích trong phần 3.3, mỗi giao thức bật tắt nút mạng đều trên đều gắn liền với tính chuyển động của nút mạng. Tính chuyển động của nút mạng cũng là một đặc tính cơ bản và quan trọng nhất trong mạng không dây tùy biến. Vì vậy, phần này sẽ đưa ra những so sánh, đánh giá và đề xuất sử dụng các thuật toán trên dựa trên tính chuyển động của các nút mạng. Kết quả đề xuất được đưa trong bảng sau:

Bảng 3.4: Đề xuất sử dụng các thuật toán bật tắt nút mạng

Tính chuyển động của nút mạng	RAW	AWP	CAW
Có chuyển động	Không nên sử dụng	Nên sử dụng	Nên sử dụng
Không chuyển động	Nên sử dụng	Không nên sử dụng	Không nên sử dụng

Kết quả đề xuất trên được giải thích như sau:

Trường hợp nút mạng có chuyển động: Thuật toán RAW không đảm bảo 2 nút mạng lân cận nhau có thể kết nối với nhau trong thời gian 1 time frame, trong khi thuật toán AWP và CAW luôn đảm bảo điều này. Vì vậy, việc sử dụng AWP hoặc CAW (Nếu có thể xây dựng cộng đồng) trong trường hợp này là hợp lý hơn.

Trường hợp nút mạng không chuyển động: Theo kết quả phân tích phần trên, giao thức RAW có hiệu năng cao hơn so với AWP khi nút mạng không chuyển động (đặc biệt là khi mật độ nút mạng lớn). Vì vậy, việc sử dụng RAW trong trường hợp này là hợp lý hơn.

CHƯƠNG 4 - MỘT SỐ ỨNG DỤNG

4.1. Giới thiệu

Chương này của luận văn đưa ra ví dụ về một số dụng được xây dựng trên mạng không dây tùy biến. Thông qua việc phân tích các đặc điểm yêu cầu của ứng dụng luận văn sẽ đề xuất áp dụng các giao thức quản lý topology thích hợp cho từng ứng dụng.

4.2. Ứng dụng trong khắc phục thảm họa

4.2.1. Yêu cầu

Xét tình huống sau: Một cơn động đất khủng khiếp đã tàn phá thành phố, trong đó có hầu hết các cơ sở hạ tầng viễn thông (như các đường điện thoại, trạm vô tuyến cơ sở ...). Nhiều đội cứu hộ (như lính cứu hỏa, cảnh sát, bác sĩ, các tình nguyện viên ...) đang nỗ lực để cứu mọi người khỏi cơn động đất và chữa trị cho những người bị thương. Để hỗ trợ tốt hơn cho đội cứu hộ, các hoạt động cứu hộ của họ phải được hợp tác với nhau. Rõ ràng là 1 hoạt động hợp tác như thế chỉ có thể thực hiện khi các nhân viên cứu hộ có thể giao tiếp, thông tin với nhau, cả với đồng nghiệp của mình (ví dụ 1 cảnh sát với 1 cảnh sát khác) và cả với thành viên của đội cứu hộ khác (ví dụ 1 lính cứu hỏa yêu cầu sự trợ giúp từ 1 bác sĩ).

Với những công nghệ hiện tại, những nỗ lực của đội cứu hộ sẽ rất khó thành công khi những cơ sở hạ tầng viễn thông cố định bị tàn phá nặng nề. Thậm chí những thành viên của đội cứu hộ này được trang bị máy vô tuyến cầm tay (*walkie-talkie*) hay các thiết bị tương tự khác trong trường hợp không thể truy cập được với các điểm cố định, chỉ những kết nối giữa những thành viên của đội cứu hộ đứng gần nhau mới thực hiện được. Vì lý do này, một

trong những ưu tiên trong việc quản lý và không chế thảm họa ngày nay là cài đặt lại các cơ sở hạ tầng viễn thông nhanh nhất có thể, bằng cách sửa chữa các thiết bị, kết cấu hư hỏng hay triển khai các thiết bị viễn thông tạm thời (ví dụ như vans được trang bị anten radio).

Để khắc phục khó khăn trên, cần xây dựng một hệ thống kết nối, liên lạc giữa các nhân viên cứu hộ thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Không cần cơ sở hạ tầng viễn thông, hạ tầng điện
- Thời gian triển khai nhanh
- Các thiết bị có thể kết nối trong trạng thái chuyển động
- Phạm vi kết nối rộng (Có thể toàn thành phố)
- Kết nối cần được duy trì trong toàn bộ thời gian cứu hộ.

4.2.2. Giải pháp

Trang bị cho nhân viên cứu hộ những thiết bị di động chuyên dụng có hỗ trợ kết nối không dây tùy biến. Khi thảm họa xảy ra, các nhân viên cứu hộ có thể thiết lập một mạng không dây tùy biến để phục vụ công tác cứu hộ. Với các đặc điểm của mạng tùy biến, hệ thống có thể đáp ứng được những yêu cầu sau:

- Không cần cơ sở hạ tầng viễn thông, hạ tầng điện: Do các thiết bị kết nối trực tiếp với nhau bằng sóng radio và sử dụng nguồn điện di động như pin, acquy nên không cần hạ tầng viễn thông và hạ tầng điện
- Thời gian triển khai nhanh: Mạng tùy có thể được thiết lập một cách tự động ngay khi các thiết bị di động được bật lên, vì vậy thời gian triển khai mạng nhanh chóng.
- Các thiết bị có thể kết nối trong trạng thái chuyển động: Cơ chế hoạt động của mạng tùy biến cho phép các nút mạng kết nối với nhau ngay

trong lúc di chuyển, các nút mạng cũng có thể tham gia mạng hoặc rời khỏi mạng một cách tự do.

- Phạm vi kết nối rộng: bằng cách sử dụng các giao tiếp không dây phân tán giữa nhiều điểm truy cập khác nhau, các đội cứu hộ ở cách xa nhau cũng có thể liên lạc với nhau, khi đó thành viên đội cứu hộ khác ở khoảng giữa sẽ hoạt động như các trạm chuyển tiếp. Vì khu vực xảy ra thảm họa sẽ tập trung nhiều đội cứu hộ, nên các liên lạc trong phạm vi thành phố có thể thực hiện được giúp các nỗ lực cứu hộ được hợp tác thành công.

Việc đáp ứng yêu cầu cuối cùng “Kết nối cần được duy trì trong suốt thời gian cứu hộ” phụ thuộc rất nhiều vào công nghệ lưu trữ của các nguồn điện di động như pin, acquy. Tuy nhiên ta có thể sử dụng các giao thức quản lý topology để góp phần tiết kiệm năng lượng cho các nguồn điện này. Việc lựa chọn giao thức quản lý topology phù hợp sẽ góp phần làm tăng hiệu năng sử dụng của mạng và tăng thời gian duy trì kết nối.

4.2.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology

4.2.3.1. Quản lý kết nối các nút mạng lân cận

Mỗi nhóm cứu hộ sẽ được trang bị những loại thiết bị di động chuyên dụng khác nhau phù hợp với công việc và chuyên môn của từng nhóm. Ví dụ như lính cứu hỏa thì cần phải di chuyển nhanh, làm nhiệm vụ tại các địa hình phức tạp và nguy hiểm. Vì vậy, thiết bị di động chuyên dụng cần phải được thiết kế nhỏ gọn, chống được va đập, nhiệt độ cao. Ngược lại, đối với các bác sĩ thì phần lớn thời gian là làm việc trong xe cứu thương nên có thể sử dụng các thiết bị di động chuyên dụng có kích thước lớn hơn, có thể lưu trữ thêm một số phần mềm y học phục vụ công việc cứu hộ.

Như vậy, mức năng lượng của các nút mạng là chênh lệch nhau. Một số nút mạng có mức năng lượng cao, một số khác lại có mức năng lượng thấp. Nếu không sử dụng giao thức quản lý topology thì những nút có mức năng lượng thấp sẽ sớm bị cạn năng lượng và mất kết nối với các nút khác. Mặt khác, ta cũng nhận thấy đây là mạng có tính cá nhân thấp (Do các nút mạng cần hợp tác chặt chẽ với nhau để thực hiện mục đích chung là cứu hộ)

Dựa vào những phân tích trên, tham chiếu đến bảng 2.8 và phần đánh giá của từng thuật toán xây dựng tập liên kết, ta nhận thấy thuật toán xây dựng tập liên kết dựa trên mức năng lượng của các nút mạng là phù hợp nhất. Theo thuật toán này, những nút có mức năng lượng cao sẽ phải chịu tải nhiều hơn trong việc duy trì mạng so với các nút có mức năng lượng thấp. Như vậy, kết nối của mạng sẽ được duy trì lâu hơn.

4.2.3.2. Quản lý việc bật tắt các nút mạng

Do đặc thù của công việc cứu hộ, các nút mạng thường xuyên ở trạng thái chuyển động. Tham chiếu tới bảng 2.8, ta nhận thấy giao thức AWP là phù hợp với ứng dụng này. Giao thức này đảm bảo rằng 2 nút mạng lân cận nhau sẽ trao đổi thông tin được với nhau trong khoảng thời gian 1 time frame.

Ta có thể tiếp tục cải tiến hệ thống bằng cách áp dụng ý tưởng sử dụng khái niệm “cộng đồng” của giao thức CAW. Nếu như giả thiết rằng những thành viên trong cùng một nhóm cứu hộ sẽ trao đổi thông tin với nhau nhiều hơn rất nhiều so với trao đổi với các nhóm khác. Nghĩa là một thành viên trong đội lính cứu hỏa sẽ trao đổi thông tin với các lính cứu hỏa khác nhiều hơn so với việc trao đổi thông tin với các bác sĩ hoặc cảnh sát. Khi đó ta có thể coi mỗi nhóm cứu hộ là một cộng đồng và áp dụng giao thức CAW để bật tắt các cộng đồng này. Điểm khác biệt so với thuật toán CAW là các cộng đồng ở đây không được thiết lập dựa trên thứ hạng của file chia sẻ mà được gán theo nhóm cứu hộ.

4.3. Ứng dụng trong giám sát và theo dõi

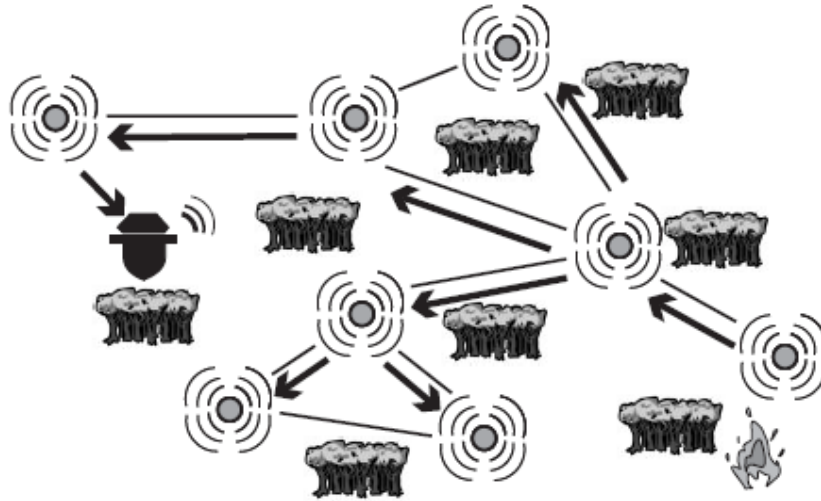
4.3.1. Yêu cầu

Xét tình huống sau: Một khu rừng nguyên sinh rộng hàng trăm hecta cần được giám sát và theo dõi về sức gió, nhiệt độ, áp suất, độ ẩm ... của từng khu vực và cảnh báo khi có các bất thường xảy ra (như cháy rừng ...).

4.3.2. Giải pháp

Ta sử dụng các sensor thông minh được gắn với acquy có khả năng kết nối không dây tùy biến và đặt tại những khu vực khác nhau trong rừng. Các sensor sẽ thu thập dữ liệu như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm ... và phân tích để phát hiện những hiện tượng bất thường. Mỗi sensor đều biết vị trí địa lý của chính nó (xác định bằng kinh độ, vĩ độ). Điều này có thể thực hiện bằng cách tích hợp thêm bộ nhận tín hiệu GPS vào các sensor hoặc mỗi khi triển khai một sensor người dùng thiết lập các giá trị này.

Định kỳ, các sensor sẽ trao đổi dữ liệu với những nút lân cận của nó nhằm xác định những hiện tượng bất thường có thể xảy ra. Dữ liệu này được kết hợp và gửi lan truyền trong mạng và người dùng có thể thu nhận được từ một vị trí nào đó ở ven rừng. Trong trường hợp phát hiện những dấu hiệu bất thường (Ví dụ trong trường hợp xảy ra cháy, nhiệt độ đo được của 1 sensor cao hơn nhiều so với các sensor lân cận hoặc vượt quá một ngưỡng cho phép) thì một thủ tục đặc biệt được thực hiện. Sensor phát hiện ra dấu hiệu bất thường sẽ kết nối với những nút lân cận nó để kiểm tra xem các dấu hiệu tương tự có xảy ra ở các nút đó không. Sau đó sensor sẽ xác định vị trí địa lý của khu vực xảy ra bất thường và gửi 1 message báo động trong đó chứa tọa độ của điểm xảy ra bất thường tới các nút lân cận, trong đó đánh dấu mức độ ưu tiên cao. Message này được lan truyền trong mạng và nhanh chóng tới được thiết bị thu nhận thông tin của người quản lý ở ven rừng.



Hình 4.1: Quá trình gửi message báo động trong mạng sensor khi phát hiện dấu hiệu bất thường

Như vậy mạng cảnh báo này cần đạt các yêu cầu sau:

- Không cần hạ tầng viễn thông, hạ tầng điện
- Phạm vi kết nối rộng
- Kết nối mạng cần được duy trì trong thời gian dài

Với đặc tính của một mạng không dây tùy biến, mạng sensor nêu trên có thể đáp ứng được yêu cầu về việc không có hạ tầng viễn thông và phạm vi kết nối rộng. Để đáp ứng yêu cầu về duy trì kết nối trong thời gian dài thì ngoài việc sử dụng loại acquy có dung lượng lớn cho các sensor ta còn phải lựa chọn một giao thức quản lý topology thích hợp.

4.3.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology

4.3.3.1. Quản lý kết nối của một nút mạng với các nút lân cận

Đặc điểm của mạng sensor nêu trên là không có tính cá nhân (do các nút mạng được quản lý chung), và thời gian duy trì hoạt động và kết nối của các

nút mạng càng dài càng tốt. Tham chiếu bảng 2.8, ta nhận thấy thuật toán xây dựng tập liên kề dựa trên mức năng lượng của nút mạng là phù hợp nhất. Theo thuật toán này, những nút có mức năng lượng cao sẽ phải chịu tải nhiều hơn trong việc duy trì mạng so với các nút có mức năng lượng thấp. Như vậy, kết nối của mạng sẽ được duy trì lâu hơn.

4.3.3.2. Quản lý việc bật tắt các nút mạng

Vị trí các nút trong mạng sensor nói trên được cố định, mật độ nút mạng tương đối lớn. Tham chiếu bảng 3.4, ta nhận thấy, giao thức RAW là phù hợp nhất để bật tắt các nút mạng. Trong giao thức này, một số nút mạng được tắt đi mà không bị ảnh hưởng tới việc truyền dữ liệu của những nút mạng khác. Các nút mạng có thể tiết kiệm tới 65% năng lượng tiêu thụ, trong khi vẫn đảm bảo tỷ lệ các gói tin được gửi thành công trên 95%.

4.4. Ứng dụng trong chia sẻ file tại các khu vực đông người

4.4.1. Yêu cầu

Xét tình huống sau: Một mạng không dây tùy biến được thiết lập tự phát tại khu vực đông người như trong một toa tàu, trên một xe buýt, hoặc trong một tòa nhà. Người dùng tại các nút mạng muốn chia sẻ nhau các file âm nhạc, video clip ...

Như vậy, mạng tùy biến trên có những đặc điểm sau:

- Mạng tính cá nhân cao
- Phạm vi kết nối nhỏ
- Các nút mạng có dịch chuyển

4.4.2. Giải pháp

Những thiết bị tham gia vào mạng cần phải hỗ trợ kết nối P2P để có thể phát hiện và kết nối với các thiết bị lân cận.

4.4.3. Lựa chọn giao thức quản lý topology

4.4.3.1. Quản lý kết nối của một nút mạng với các nút lân cận

Đặc điểm của mạng nêu trên là các nút mạng có tính cá nhân cao, mỗi người dùng đều mong muốn bảo vệ quyền lợi của mình. Tham chiếu bảng 2.8 ta nhận thấy thuật toán dựa trên tính công bằng là phù hợp nhất. Thuật toán này sẽ giúp điều tiết sao cho mức độ đóng góp của các nút mạng vào việc duy trì mạng chung là công bằng nhau. Nhờ đó, tránh được sự tranh cãi giữa những người sử dụng khi một số người ít sử dụng tài nguyên của mạng nhưng thiết bị di động của họ lại nhanh chóng bị cạn kiệt năng lượng.

4.4.3.2. Quản lý việc bật tắt các nút mạng

Trong ứng dụng này, các nút mạng thường xuyên dịch chuyển. Tham chiếu bảng 3.4, ta nhận thấy giao thức AWP là phù hợp với ứng dụng này. Giao thức này đảm bảo rằng 2 nút mạng lân cận nhau sẽ trao đổi thông tin được với nhau trong khoảng thời gian 1 time frame. Nhờ đó, mạng luôn đảm bảo kết nối.

Trong trường hợp có thể thống kê được mức độ phổ biến của các file được chia sẻ trong mạng thì ta có thể sử dụng giao thức CAW để tăng hiệu năng của việc trao đổi file.

KẾT LUẬN

Kết quả đạt được của luận văn

Thông qua việc tìm hiểu bài toán quản lý topology cho mạng không dây P2P luận văn đã phân tích, đánh giá, so sánh một số giao thức quản lý topology tiêu biểu và đề xuất việc ứng dụng các giao thức đó cho các mục tiêu và ràng buộc cụ thể.

Luận văn cũng đưa ra một số ví dụ minh họa cho việc lựa chọn các giao thức quản lý topology một cách phù hợp cho một số ứng dụng với những ràng buộc khác nhau.

Phương hướng nghiên cứu tiếp theo

Lĩnh vực quản lý topology cho mạng không dây P2P mang tính thời sự và ngày càng được quan tâm nghiên cứu nhiều hơn. Tuy nhiên, một vấn đề quan trọng chưa được quan tâm đúng mức, đó là sự tương tác giữa giao thức quản lý topology với các tầng giao thức khác trong mạng không dây, cụ thể là tầng giao thức MAC và routing. Vì vậy, hướng nghiên cứu tiếp theo của luận văn là nghiên cứu, đề xuất những phương thức tích hợp các giao thức quản lý topology nói trên vào tầng giao thức của mạng không dây sao cho đạt hiệu quả cao nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Muqattash and M. M. Krunz (April 2004), “A Distributed transmission power control protocol for mobile ad hoc networks”, *IEEE Trans. on Mobile Computing*, vol. 3, pp. 113–128.
- [2] Apple Incorporated, <http://www.apple.com/iphone/>
- [3] Andrew Ka Ho Leung and Yu-Kwong Kwok (July 2005), *Community-Based Asynchronous Wakeup Protocol for Wireless Peer-to-Peer File Sharing Networks*, Proceedings of the IEEE Second Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous’2005), San Diego, California, USA.
- [4] Andrew Ka Ho Leung and Yu-Kwong Kwok (June 2005), *On Topology Control of Wireless Peer-to-Peer File Sharing Networks: Energy Efficiency, Fairness and Incentive*, Proceedings of the IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM’2005), Taormina , Giardini Naxos, Italy.
- [5] BitTorrent Incorporated, <http://www.bittorrent.com>
- [6] G. Salton and M. J. McGill (1983), *Introduction to modern information retrieval*, McGraw-Hill.
- [7] Gaurav Srivastava, Paul Boustead, Joe F.Chicharo (2003), *"A Comparison of Topology Control Algorithms for Ad-hoc Network"*, University of Wollongong, NSW, Australia.
- [8] H. Allali and G. Heijenk (September 2002), “Traffic characterization for a UMTS radio access network”, *Proc. 4th Int’l Workshop on Mobile and Wireless Communication Network*, pp. 497–501.

- [9] HTC Incorporated, <http://www.htc.com/www/product.aspx>
- [10] J. Elson, L. Girod, and D. Estrin (2002), *Fine-grained network time synchronization using reference broadcasts*, Proceedings of the Fifth Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI).
- [11] L. Li and J. Y. Halpern (May 2004), “A minimum-energy path-preserving topology control algorithm”, *IEEE Trans. on Wireless Communications*, vol. 3, pp. 910–921.
- [12] L. M. Feeney and M. Nilsson (April 2001), “Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment”, *Proc. IEEE INFOCOM 2001*, vol. 3, pp. 1548–1557.
- [13] M. X. Cheng, M. Cardei, J. Sun, X. Cheng, L. wang, Y. Xu and D. Z. Du (December 2004), “Topology control of ad hoc wireless networks for energy efficiency”, *IEEE Trans. on Computers*, vol. 53, no. 12, pp. 1629–1635.
- [14] N. Li and J. C. Hou (March 2004), “Topology control in heterogeneous wireless networks: problems and solutions”, *Proc. IEEE INFOCOM 2004*, vol. 1.
- [15] Paolo Santi (2005), *Topology control in wireless ad hoc and sensor network*, John Wiley & Sons Ltd
- [16] R. Rajaraman (July 2002), “Topology control and routing in ad hoc networks: a survey”, *ACM SIGACT News 2002*, pp. 60–73.
- [17] R. Zheng, J. Hou, and L. Sha (January 2003), *Asynchronous wakeup for ad hoc networks*, The Fourth ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc 03).
- [18] Ramesh Subramanian, Brian D. Goodman (2002), *P2P Computing: The Evolution of a Disruptive Technology*, Idea Group Inc, Hershey.
- [19] Ripeanu, Matei and Foster, Ian and Iamnitchi, Adriana (2002), “Mapping

- the Gnutella network: Properties of large-scale peer-to-peer systems and implications for system design”, *IEEE Internet Computing Journal*.
- [20] Scott Jensen (2003), “*The P2P revolution*”, peer-to-peer networking and the entertainment industry, <http://www.nonesuch.org/p2prevolution>
- [21] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest and C. Stein (2001), *Introduction to Algorithms*, The MIT Press.
- [22] V. Paruchuri, S. Basavaraju, A. Duresi, R. Kannan, and S. S. Iyengar (October 2004), “Random asynchronous wakeup protocol for sensor networks”, *Proc. IEEE BROADNETS 2004*, pp. 710–717.
- [23] V. Rodoplu and T. H. Meng (August 1999), “Minimum energy mobile wireless networks,” *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 17, pp. 1333–1344.
- [24] W. Li (2005), *Zipf’s Law*, The Robert S. Boas Center for Genomics and Human Genetics, <http://www.nslj-genetics.org/wli/zipf/>.
- [25] X. Y. Li, Y. Wang, and W.Z. Song (December 2004), “Applications of k-local MST for topology control and broadcasting in wireless ad hoc networks”, *IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems*, vol. 15, pp. 1057–1069.