

# MỤC LỤC

<b>CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ MẠNG VÔ TUYẾN</b> .....	3
1.1 Giới thiệu chung.....	1
1.2 Phân loại mạng không dây .....	2
1.3 Mạng cá nhân WPAN .....	3
1.4 Mạng cục bộ WLAN.....	4
1.4.1. Lịch sử ra đời mạng WLAN .....	4
1.4.2. Một số ưu điểm của mạng WLAN.....	5
1.4.3. Một số Nhược điểm của WLAN.....	6
1.4.4. Mạng Ad Hoc.....	8
1.4.4.1 Khái niệm và một số đặc điểm chung của mạng Ad Hoc .....	8
1.4.4.2 Một số mạng Ad hoc điển hình .....	9
1.4.4.3 Các ứng dụng của mạng Ad hoc.....	10
1.5 Mạng đô thị không dây WMAN .....	11
1.6 Tóm tắt chương .....	12
<b>CHƯƠNG II: MÔ HÌNH KIẾN TRÚC MẠNG KHÔNG DÂY</b> .....	13
2.1 Giới thiệu.....	13
2.2 Mô hình kiến trúc mạng không dây so với mô hình OSI [8].....	13
2.3 Kiến trúc giao thức mạng WLAN theo chuẩn 802.11 .....	15
2.3.1 IEEE 802.11b.....	15
2.3.2 IEEE 802.11a.....	16
2.3.3 IEEE 802.11g.....	17
2.3.4 IEEE 802.11i.....	17
2.3.5 IEEE 802.11n.....	18
2.4 Lớp Vật Lý.....	18
2.5 Lớp điều khiển truy cập môi trường truyền MAC.....	24
2.5.1 Giao thức truy cập CSMA/CA.....	24
2.5.2 Chức năng phối hợp phân tán .....	29
2.5.2.1 DCF sử dụng phương pháp CSMA/CD .....	29
2.5.2.2 Sử dụng gói tin điều khiển RTS/CTS .....	31

2.5.2.3 DCF sử dụng gói tin RTS/CTS để giải quyết vấn đề Hidden Terminal .....	32
2.5.3 Chức năng phối hợp theo điểm.....	33
2.6 Lớp quản lý tầng MAC .....	35
2.6.1 Sự đồng bộ hóa .....	35
2.6.2 Quản lý năng lượng.....	37
2.6.3 Quản lý chuyển vùng .....	39
<b>CHƯƠNG III: ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG VÔ TUYẾN AD HOC</b>	<b>41</b>
3.1 Giới thiệu về định tuyến trong mạng Ad hoc.....	41
3.2 Các yêu cầu đối với thuật toán định tuyến cho mạng Ad hoc không dây	43
3.2.1 Phân loại các thuật toán định tuyến cho mạng Ad Hoc.....	46
3.2.2 Định tuyến theo vector khoảng cách tuần tự đích.....	48
3.3 Định tuyến theo trạng thái đường liên kết tối ưu .....	50
3.4 Ad Hoc On-Demand Distance Vector .....	52
3.5 Định tuyến nguồn động.....	56
3.6 Giao thức định tuyến vùng.....	58
3.7 Các ưu, nhược điểm của các giao thức định tuyến trong mạng Ad Hoc ..	61
3.7.1 Ưu điểm.....	61
3.7.2 Nhược điểm.....	62
<b>Kết Luận</b> .....	<b>63</b>

## DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Tổng quan về mạng vô tuyến.....	2
Hình 1.2 : Tổng quát về các chuẩn mạng không dây.....	3
Hình 1.3: Mô hình mạng không dây Ad hoc .....	9
Hình 1.4: Mạng Ad Hoc điển hình.....	9
Hình 2.1: Các chuẩn giao thức IEEE 802 và mô hình OSI.....	14
Hình 2.2: Mô hình kiến trúc theo chuẩn 802.11 Lớp quản lý tầng vật lý.....	14
Hình 2.5: Các kênh và dải tần số hoạt động trùng nhau đáng kể.....	21
Hình 2.6: Các kênh không xung đột nhau khi ở cùng một khu vực .....	21
Hình 2.7: Trục giao sóng mang con OFDM trong miền tần số .....	23
Hình 2.8 : Quá trình mã hóa và điều chế theo OFDM.....	24
Hình 2.9: Định nghĩa các khoảng thời gian truy cập môi trường truyền.....	25
Hình 2.10: Minh họa về khoảng tranh chấp truy cập CSMA/CA.....	26
Hình 2.11: Minh họa về giao thức truy cập CSMA/CA với 5 trạm.....	26
Hình 2.12: Gửi dữ liệu unicast theo CSMA/CA.....	28
Hình 2.13: Gửi dữ liệu unicast theo DFWMAC.....	28
Hình 2.14: Phân mảnh gói tin gửi dữ liệu unicast theo DFWMAC .....	29
Hình 2.15: DCF sử dụng giao thức CSMA/CA .....	30
Hình 2.16: DCF sử dụng gói tin RTS/CTS.....	31
Hình 2.17: Hiện tượng đầu cuối ẩn.....	32
Hình 2.18: Giải quyết hiện tượng đầu cuối ẩn Hiện tượng trạm cuối lộ (exposed terminal).....	33
Hình 2.19: Mô tả chu kỳ hoạt động của PCF.....	33
Hình 2.20: AP gửi gói tin beacon trong mạng không dây cơ sở hạ tầng.....	36
Hình 2.21: Truyền gói tin beacon trong mạng ad-hoc .....	36
Hình 2.22: Quản lý năng lượng trong mạng dựa trên cơ sở hạ tầng.....	38
Hình 3.1: Ví dụ về việc phân chia vùng trong mạng Ad Hoc.....	46
Hình 3.3. Minh họa bảng định tuyến của DSDV.....	49
Hình 3.4: Bộ chuyển tiếp đa điểm.....	51
Hình 3.5: AODV Khám phá và duy trì tuyến .....	54
Hình 3.6: DSR quá trình khám phá tuyến.....	58
Hình 3.7: ZRP bán kính vùng .....	60
Hình 3.8: Ví dụ khám phá đường đi ZRP .....	60

# CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ MẠNG VÔ TUYẾN

## 1.1 Giới thiệu chung

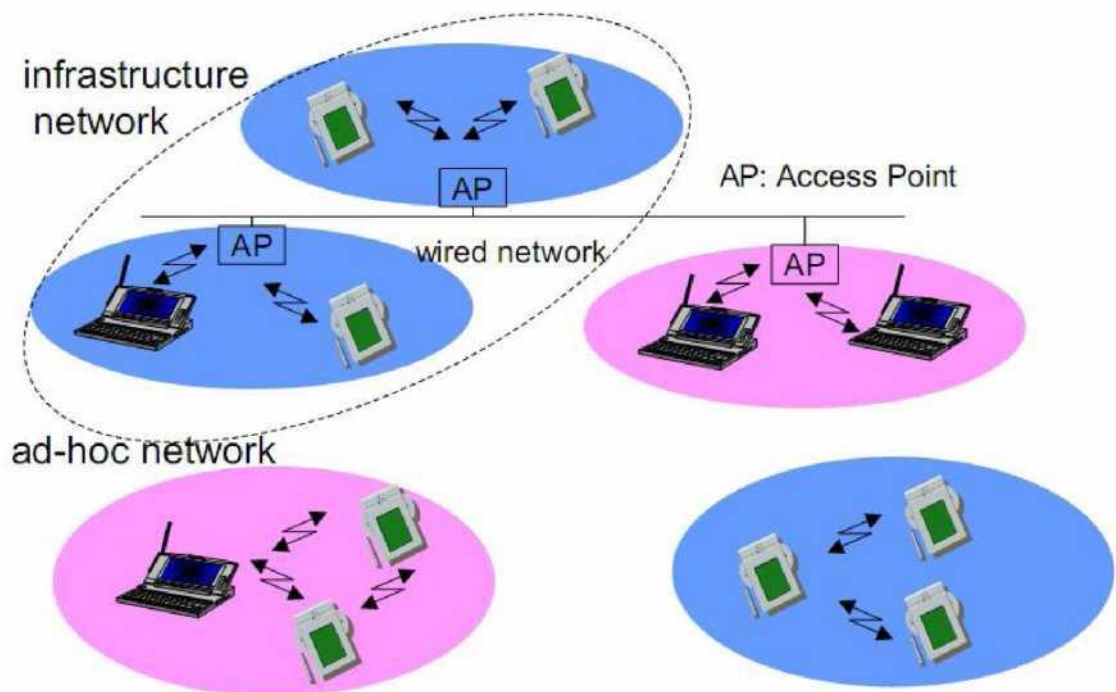
Cùng với sự phát triển của khoa học công nghệ, công nghệ thông tin đang ngày càng được ứng dụng ở hầu hết các lĩnh vực trong cuộc sống xã hội như kinh tế, giáo dục, xây dựng, y học,... việc ứng dụng công nghệ thông tin vào giải quyết các công việc thì Internet ngày càng khẳng định được vị trí quan trọng của mình trong cuộc sống xã hội thời hiện đại. Khi cuộc sống con người ngày càng phát triển thì nhu cầu trao đổi thông tin của con người ngày càng cao. Con người muốn mình có thể được kết nối với thế giới vào bất cứ lúc nào, từ bất cứ nơi đâu mà không cần phải có đường nối. Đó chính là lý do mà mạng không dây ra đời. Ngày nay, chúng ta có thể thấy được sự hiện diện của mạng không dây ở nhiều nơi như trong các tòa nhà, các công ty, bệnh viện, trường học hay thậm trí là các quán cà phê. Cùng với sự phát triển của mạng có dây truyền thống, mạng không dây cũng đang có những bước phát triển nhanh chóng nhằm đáp ứng nhu cầu trao đổi thông tin và truyền thông của con người một cách tốt nhất.

Khi mà mạng không dây đang ngày càng được quan tâm, đầu tư nghiên cứu và phát triển thì ngày càng nhiều mô hình, kiến trúc mạng được đề xuất bởi các nhà khoa học, các hội nghị.

Song song với sự phát triển của mạng không dây, mạng WLAN được chia ra thành hai mô hình chính đó là mô hình mạng không dây có cơ sở hạ tầng và mô hình mạng không dây không có cơ sở hạ tầng Ad Hoc

Các mô hình, kiến trúc mạng này được đưa ra nhằm làm cho mạng không dây dần thoát khỏi sự phụ thuộc hoàn toàn vào mạng cơ sở hạ tầng. Một trong những mô hình mạng được đề xuất đó chính là mạng Ad Hoc thường được viết tắt là MANET. Việc các mạng không dây ít phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng là một điều rất thuận lợi nhưng lại có những vấn đề khác đặt ra như tốc độ truyền thông không cao, mô hình mạng không ổn định như mạng có dây truyền thống do các nút mạng hay di chuyển, năng lượng cung cấp cho các nút mạng thường chủ yếu là pin...Do đó, cùng với vấn đề bảo mật của

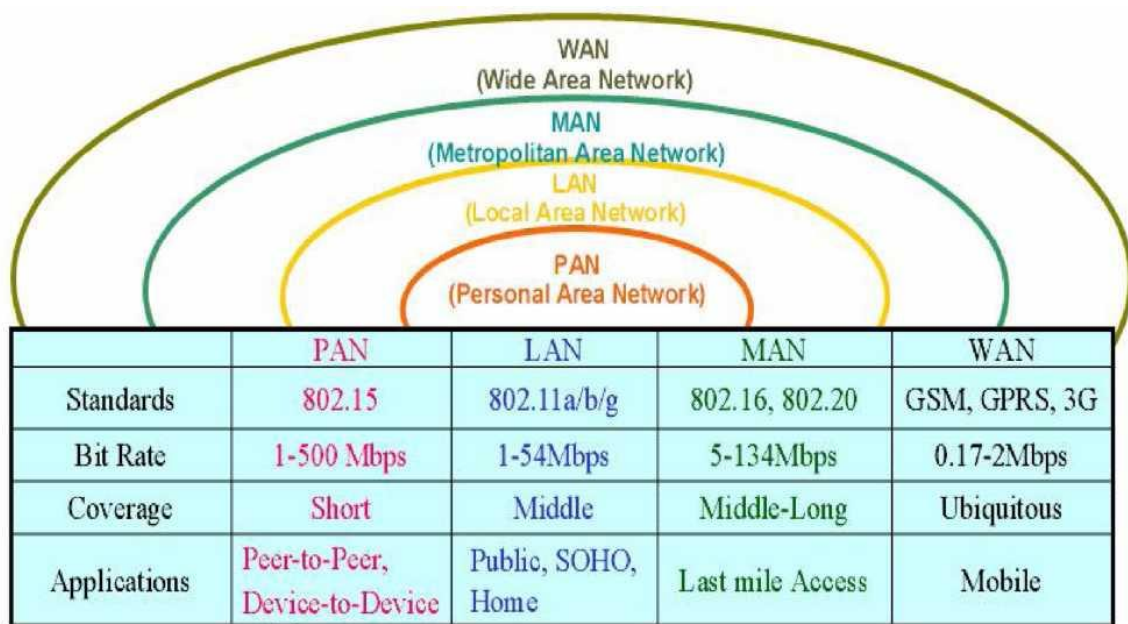
mạng không dây thì vấn đề định tuyến trong mạng vô tuyến Ad Hoc cũng là vấn đề vô cùng quan trọng. Nó quyết định rất lớn đến hiệu năng hoạt động của toàn hệ thống mạng.



*Hình 1.1: Tổng quan về mạng vô tuyến*

## 1.2 Phân loại mạng không dây

Nếu sự phân loại của mạng có dây dựa vào quy mô hoạt động cũng như phạm vi ứng dụng như: mạng LAN, WAN,... thì đối với hệ thống mạng không dây, chúng ta cũng có sự phân loại theo quy mô và phạm vi phủ sóng tương tự như hệ thống mạng hữu tuyến đó là: mạng WPAN theo chuẩn IEEE 802.15 dành cho mạng cá nhân, WLAN IEEE 802.11 dành cho mạng cục bộ, WMAN IEEE 802.16 dành cho mạng đô thị và mạng WWAN IEEE 802.20 cho mạng diện rộng.



Hình 1.2 : Tổng quát về các chuẩn mạng không dây

### 1.3 Mạng cá nhân WPAN

Công nghệ Bluetooth chỉ được truyền thông trong mạng WPAN. Mặc dù nó đã được phát triển từ giữa những năm 1990, nhưng mãi đến năm 2002 sự hiện diện của nó mới trở lên thông dụng ở các thiết bị từ máy tính xách tay (laptops) cho tới chuột, máy quay phim và điện thoại di động nhỏ (cell phones). Công nghệ Bluetooth hiện đang có xu hướng sử dụng nó như một sự thay thế cáp ngoại vi cho một số các thiết bị, hơn là một công cụ nhằm cho phép một số lượng lớn các thiết bị trong nhà hoặc văn phòng có thể giao tiếp trực tiếp với nhau không cần dây cáp.

Viện công nghệ Điện và Điện Tử IEEE đã đưa ra chuẩn 802.15 và được sử dụng trong mạng WPAN với các tốc độ truyền dữ liệu khác nhau như: 802.15.1 có tốc độ truyền dữ liệu trung bình, trong khi 802.15.3 có tốc độ truyền dữ liệu cao và 802.15.4 có tốc độ truyền thấp

IEEE 802.15.1 đặc tả công nghệ Bluetooth đã được thiết kế để cho phép kết nối không dây băng thông hẹp cho các thiết bị như: máy tính xách tay, chuột, bàn phím, máy in, tai nghe, điện thoại di động, ...truyền thông với nhau. Bluetooth hoạt động ở băng tần 2,4GHz ISM không cần đăng ký, vùng phủ sóng khoảng 10m, hỗ trợ các kênh truyền dữ liệu không đồng bộ và

truyền sóng âm thanh đồng bộ có tốc độ 1Mbps IEEE 802.15.3 đang được phát triển cho mạng Ad hoc với lớp MAC phù hợp cho truyền dữ liệu đa phương tiện. Chuẩn 802.15.3 đặc tả tốc độ truyền dữ liệu lên tới 55Mbps trong dải tần 2,4Ghz

IEEE 802.15.4 định nghĩa giao thức liên kết nối các thiết bị ngoại vi truyền thông sóng vô tuyến trong hệ thống mạng một người dùng. Chuẩn này sử dụng phương pháp đa truy cập cảm nhận sóng mang tránh xảy ra xung đột (CSMA/CA). IEEE 802.15.4 cũng chỉ định lớp vật lý sử dụng kỹ thuật trải phổ tuần tự trực tiếp (DSSS) ở băng tần 2,45GHz hỗ trợ tốc độ lên tới 250 Kbps và trải phổ từ 868 đến 20,915MHz tốc độ dữ liệu khoảng 20 Kbps đến 40 Kbps, phạm vi phủ sóng < 20m.

#### **1.4 Mạng cục bộ WLAN**

WLAN là một mạng cục bộ kết nối hai hay nhiều máy tính với nhau thông qua việc sử dụng sóng hồng ngoại hoặc sóng vô tuyến để truyền nhận dữ liệu thay vì sử dụng dây cáp mạng như các mạng có dây truyền thống. WLAN hiện nay đã được ứng dụng rộng rãi trong các tòa nhà, trường học, bệnh viện, công ty và một số nơi công cộng như trong các quán cà phê, ... Có hai công nghệ chính được sử dụng để truyền thông trong WLAN là truyền thông bằng tia hồng ngoại (Infrared Light ở bước sóng 900 nm, 1nm = 10<sup>-9</sup>m) hoặc truyền thông bằng sóng vô tuyến, thông thường thì sóng radio được dùng phổ biến hơn vì nó truyền xa hơn, lâu hơn, rộng hơn, và có băng thông cao hơn. WLAN cũng có hai dạng kiến trúc là WLAN có cơ sở hạ tầng (sử dụng các Access Point (hoặc trạm cơ sở Base Station) để kết nối phần mạng không dây với phần mạng có dây truyền thống và mạng không có cơ sở hạ tầng (mạng Ad hoc).

##### **1.4.1. Lịch sử ra đời mạng WLAN**

Công nghệ WLAN lần đầu tiên xuất hiện vào cuối năm 1990, khi những nhà sản xuất giới thiệu những sản phẩm hoạt động trong băng tần 900Mhz. Những giải pháp này (không được thống nhất giữa các nhà sản xuất) cung cấp

tốc độ truyền dữ liệu 1Mbps, thấp hơn nhiều so với tốc độ 10Mbps của hầu hết các mạng sử dụng đường dây hiện thời.

Năm 1992 các nhà sản xuất bắt đầu bán những sản phẩm WLAN sử dụng băng tần 2,4Ghz. Mặc dầu những sản phẩm này đã có tốc độ truyền dữ liệu cao hơn nhưng chúng vẫn là những giải pháp riêng của mỗi nhà sản xuất không được công bố rộng rãi. Sự cần thiết cho việc hoạt động thống nhất giữa các thiết bị ở những dãy tần số khác nhau dẫn đến một số tổ chức bắt đầu phát triển ra những chuẩn mạng không dây chung.

Năm 1997 Viện công nghệ Điện và Điện Tử (IEEE) đã phê chuẩn sự ra đời của chuẩn 802.11, và cũng được biết với tên gọi WIFI cho các mạng WLAN. Chuẩn 802.11 hỗ trợ ba phương pháp truyền tín hiệu, trong đó có bao gồm phương pháp truyền tín hiệu vô tuyến ở tần số 2,4Ghz.

Năm 1999, IEEE thông qua hai sự bổ sung cho chuẩn 802.11 là các chuẩn 802.11a và 802.11b (định nghĩa ra những phương pháp truyền tín hiệu). Và những thiết bị WLAN dựa trên chuẩn 802.11b đã nhanh chóng trở thành công nghệ không dây vượt trội. Các thiết bị WLAN 802.11b truyền phát ở tần số 2,4Ghz, cung cấp tốc độ truyền dữ liệu có thể lên tới 11Mbps. IEEE 802.11b được tạo ra nhằm cung cấp những đặc điểm về tính hiệu dụng gồm thông lượng (throughput) và bảo mật (security) để so sánh với mạng có dây.

Năm 2003, chuẩn 802.11g đã được IEEE công bố thêm một sự cải tiến mà có thể truyền nhận thông tin ở cả hai dải tần 2,4 Ghz và 5 Ghz và có thể nâng tốc độ truyền dữ liệu lên đến 54Mbps. Thêm vào đó, những sản phẩm áp dụng 802.11g cũng có thể tương thích ngược với các thiết bị chuẩn 802.11b. Hiện nay chuẩn 802.11g đã đạt đến tốc độ 108Mbps - 300Mbps.

#### **1.4.2. Một số ưu điểm của mạng WLAN**

- **Thuận lợi:** Khi truy cập mạng không cần phải có dây cáp mà chỉ cần một điểm truy cập mạng (Access Point kết nối với Internet) lên việc tạo ra một mạng không dây là nhanh chóng và đơn giản đối với người sử dụng. Nó cho phép người dùng có thể dễ dàng truy xuất tài nguyên từ bất cứ nơi đâu trong vùng phủ sóng mạng (một tòa nhà hay các văn phòng trong công ty,...).



Đặc biệt hiện nay các thiết bị di động nhỏ và dễ dàng di chuyển như PDA, Laptop có hỗ trợ bộ thu phát vô tuyến ngày càng được sử dụng nhiều thì đây là một điều vô cùng thuận lợi.

- **Khả năng linh động:** Khả năng linh động của mạng không dây được thể hiện rõ nhất ở việc người dùng không còn bị ràng buộc bởi dây cáp mà có thể truy cập mạng ở bất cứ nơi đâu, ví dụ điển hình có thể nói tới là các quán cà phê wifi, nơi người sử dụng có thể truy cập mạng một cách miễn phí.

- **Tính hiệu quả trong công việc:** Người dùng có thể dễ dàng duy trì kết nối mạng khi di chuyển từ nơi này đến nơi khác. Đối với xã hội ngày nay việc truy cập mạng trong khi di chuyển sẽ tiết kiệm được nhiều thời gian và có thể làm tăng thêm hiệu quả cho công việc của họ.

- **Dễ thiết kế và triển khai mạng:** Không giống như mạng có dây truyền thống, để thiết lập mạng chúng ta cần có những tính toán cụ thể cho từng mô hình rất phức tạp thì với mạng không dây, chỉ cần các thiết bị tuân theo một chuẩn nhất định và một điểm truy cập, hệ thống mạng đã có thể hoạt động bình thường.

- **Khả năng mở rộng:** Với mạng không dây khi có thêm các nút mới gia nhập mạng (hòa nhập vào mạng), điều đó rất là dễ dàng và tiện lợi chỉ cần bật bộ thu phát không dây trên thiết bị đó và kết nối. Với hệ thống mạng dùng dây cáp thì ta cần phải gắn thêm cáp và cấu hình.

- **Tính bền vững:** Nếu có thiên tai, hay một sự cố nào đó, việc một mạng có dây bị phá hủy, không thể hoạt động là điều hoàn toàn bình thường, gần như không thể tránh được. Trong những điều kiện như vậy, mạng không dây vẫn có thể hoạt động bình thường hoặc được thiết lập lại một cách nhanh chóng.

#### **1.4.3. Một số Nhược điểm của WLAN**

- **Điểm đầu tiên** chúng ta có thể nói tới đó chính là vấn đề an toàn và bảo mật dữ liệu trong mạng không dây. Do truyền thông trong mạng không dây là truyền thông trong một môi trường truyền lan phủ sóng cho nên việc truy cập tài nguyên mạng trái phép là điều khó tránh khỏi. So với mạng có

dây thì tính bảo mật của mạng không dây là kém hơn. Do đó, vấn đề bảo mật cho mạng không dây là vấn đề vô cùng quan trọng và được đặc biệt quan tâm.

- Vì các thiết bị sử dụng sóng vô tuyến để truyền thông lên việc bị nhiễu, hiện tượng biến đổi cường độ tín hiệu sóng mang (fading), tín hiệu bị suy giảm do tác động của các thiết bị khác (lò vi sóng,...), ảnh hưởng của môi trường, thời tiết là không tránh khỏi. Các hiện tượng đó làm giảm đáng kể hiệu quả hoạt động của mạng.

- Chất lượng dịch vụ của mạng không dây kém hơn so với mạng có dây vì mạng không dây có tốc độ chậm hơn (chỉ đạt từ 1- 10Mbit/s), độ trễ cao hơn, tỉ lệ lỗi cũng nhiều hơn (tỉ lệ lỗi là  $10^{-4}$  so với  $10^{-10}$  của mạng sử dụng cáp quang). Tuy vậy, theo một số chuẩn mới, ở một số môi trường truyền đặc biệt, việc truyền thông trong mạng không dây cũng có thể đạt được tốc độ cao hơn đáng kể, ví dụ như trong chuẩn 802.11n việc truyền thông có thể đạt tốc độ từ 100-200Mbit/s.

- Vấn đề chi phí cho các thiết bị của mạng WLAN thì các thiết bị mạng WLAN có giá thành cao hơn khá nhiều so với các thiết bị mạng có dây, điều này là một trở ngại cho sự phát triển của mạng không dây.

- Tiếp đó là vấn đề độc quyền trong các sản phẩm. Nhiều thiết bị và sản phẩm chỉ có thể hoạt động được nếu sử dụng phần cứng hoặc phần mềm của công ty sản xuất nào đó, và phải hoạt động theo quy định của quốc gia mà nó đang được sử dụng. Các tần số phát cũng được các quốc gia quy định nhằm tránh việc xung đột sóng radio của các mạng khác nhau. Do đó, việc sản xuất các sản phẩm cho mạng WLAN cần phải chú ý đến quy định của từng quốc gia.

- Cuối cùng là phạm vi phủ sóng của mạng không dây. Các mạng không dây chỉ hoạt động trong phạm vi nhất định. Nếu ra khỏi phạm vi phát sóng của mạng thì chúng ta không thể kết nối mạng.

#### **1.4.4. Mạng Ad Hoc**

##### **1.4.4.1 Khái niệm và một số đặc điểm chung của mạng Ad Hoc**

Mạng Ad Hoc là mạng bao gồm các thiết bị di động (máy tính có hỗ trợ card mạng không dây) các thiết bị PDA hay các điện thoại thông minh (smart phone) tập trung lại trong một không gian nhỏ để hình thành lên kết nối ngang hàng (peer-to-peer) giữa chúng. Các thiết bị này có thể trao đổi thông tin trực tiếp với nhau, không cần phải thông qua máy chủ (server) quản trị mạng.

Mạng Ad Hoc là mạng mà các nút trong mạng có thể tự thiết lập, tự tổ chức và tự thích nghi khi có một nút mới gia nhập mạng, các nút trong mạng cần có cơ chế phát hiện nút mới gia nhập mạng, thông tin về nút mới sẽ được cập nhật vào bảng định tuyến của các nút hàng xóm và gửi đi. Khi có một nút ra khỏi mạng, thông tin về nút đó sẽ được xóa khỏi bảng định tuyến và hiệu chỉnh lại tuyến, ... Mạng Ad Hoc có nhiều loại thiết bị khác nhau tham gia mạng lên các nút mạng không những phát hiện được khả năng kết nối của các thiết bị, mà còn phải phát hiện ra được loại thiết bị và các đặc tính tương ứng của các loại thiết bị đó (vì các thiết bị khác nhau sẽ có các đặc tính khác nhau ví dụ như: khả năng tính toán, lưu trữ hay truyền dữ liệu trong mạng,...)

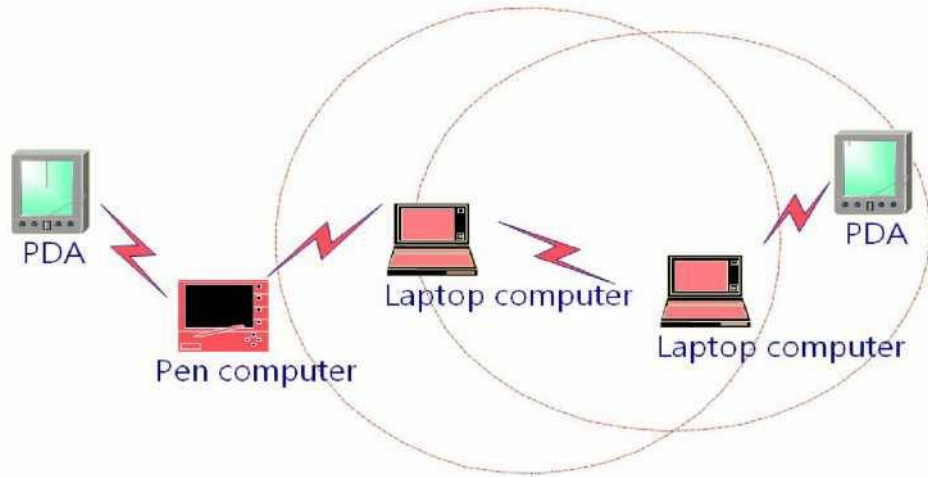
Mạng Ad hoc được coi như mạng ngang hàng không dây, trong mạng không có máy chủ. Các thiết bị vừa là máy khách, vừa làm nhiệm vụ của router và vừa làm máy chủ.

Vấn đề sử dụng và duy trì năng lượng cho các nút mạng của mạng Ad hoc là vấn đề đáng quan tâm vì các nút mạng trong mạng Ad hoc thường dùng pin để duy trì sự hoạt động của mình.

Tính bảo mật trong truyền thông của mạng Ad hoc là không cao do truyền thông trong không gian sử dụng sóng vô tuyến (radio) lên khó kiểm soát và dễ bị tấn công hơn so với mạng có dây rất nhiều.

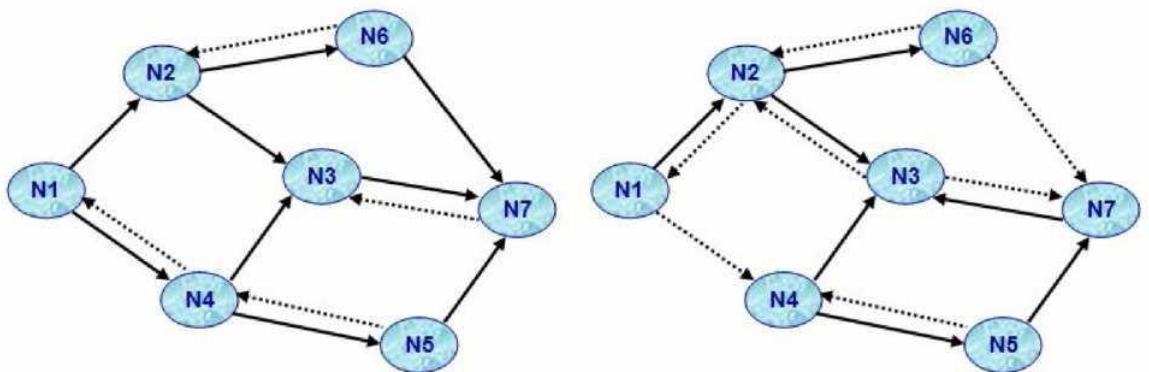
Việc thiết lập các mạng Ad hoc có thể thực hiện nhanh chóng và dễ dàng lên chúng thường được thiết lập để truyền thông tin với nhau mà không cần phải sử dụng một thiết bị hay kỹ năng đặc biệt nào. Vì vậy mạng Ad hoc rất thích hợp cho việc truyền thông tin giữa các nút trong các hội nghị thương

mại hoặc trong các nhóm làm việc tạm thời. Tuy nhiên chúng có thể có những nhược điểm về vùng phủ sóng bị giới hạn, mọi người sử dụng đều phải nằm trong vùng có thể “nghe” được lẫn nhau.



Hình 1.3: Mô hình mạng không dây Ad hoc

#### 1.4.4.2 Một số mạng Ad hoc điển hình



Hình 1.4: Mạng Ad Hoc điển hình

Hình trên mô tả một mạng Ad hoc đơn giản gồm có 7 nút, các nút mạng được ký hiệu từ N1 đến N7. Nhìn vào hình vẽ chúng ta có thể dễ dàng thấy được: ở thời điểm t1, các liên kết từ N1 đến N2, N1 đến N4, N2 đến N3, N4 đến N5, N3 đến N7, N2 đến N6 và N6 đến N7 là những liên kết mạnh (good link), còn các liên kết từ N4 đến N1, N6 đến N2, N5 đến N4 và N7 đến N3 là những liên kết yếu (weak link). Như vậy ở đây một đặc điểm của mạng Ad Hoc đã được thể hiện rõ. Đó là liên kết giữa 2 nút mạng của mạng có thể không giống nhau dù có chung điểm đầu và điểm cuối. Hiện tượng này được

gọi là hiện tượng liên kết hai chiều không đối xứng. Liên kết từ N4 đến N5 là liên kết mạnh nhưng liên kết từ N5 đến N4 lại là liên kết yếu. Điều này là do vị trí an-ten của 2 nút mạng khác nhau, hoặc do năng lượng phát của các nút mạng trong mạng là khác nhau... Tương tự chúng ta cũng có thể thấy N3 có thể nhận tín hiệu từ N2 là một liên kết mạnh nhưng mà N2 lại không thu được tín hiệu từ N3.

Sang đến thời điểm  $t_2$ , lúc này topo mạng đã thay đổi do các nút di chuyển đến các vị trí khác nhau do đó các liên kết giữa các nút mạng cũng thay đổi theo. Lúc này, Ni chỉ có liên kết mạnh với N2, liên kết với N4 lại là liên kết yếu và Ni không còn thu được tín hiệu từ N4. Liên kết từ N2 đến NS và Nó lại là liên kết mạnh. Lúc này, N2 cũng có thể thu được tín hiệu từ NS mặc dù đó là liên kết yếu. Điều này ở thời điểm  $t_1$  là không có.

Mặt khác chúng ta cũng có thể thấy hai nút mạng nằm trong vùng phủ sóng của nhau có thể truyền thông trực tiếp cho nhau. Ví dụ như trong thời điểm  $t_1$ , việc truyền thông giữa hai nút mạng Ni và N4 là trực tiếp với nhau. Tuy nhiên ngay cả khi không nằm trong vùng phủ sóng của nhau thì giữa các nút mạng vẫn hoàn toàn có thể thực hiện việc truyền thông với nhau thông qua các nút mạng trung gian. Ví dụ Ni có thể thực hiện truyền dữ liệu cho N1 thông qua nút mạng trung gian N2 và NS, còn Nó có thể truyền dữ liệu cho Ni thông qua nút mạng N2.

#### **1.4.4.3 Các ứng dụng của mạng Ad hoc**

Đáp ứng nhu cầu truyền thông mang tính chất tạm thời: Ở tại địa điểm trong một khoảng thời gian nhất định, giống như trong một lớp học, một cuộc hội thảo hay một cuộc họp, ... việc thiết lập một mạng mang tính chất tạm thời để truyền thông với nhau chỉ diễn ra trong một khoảng thời gian ngắn. Nếu chúng ta thiết lập một mạng có cơ sở hạ tầng, dù là mạng không dây vẫn rất tốn kém tiền bạc cũng như nhân lực, vật lực, thời gian. Do đó, mạng Ad hoc được coi là giải pháp tốt nhất cho những tình huống như thế này.

Hỗ trợ khi xảy ra các thiên tai, hỏa hoạn và dịch họa: Khi xảy ra các thiên tai như hỏa hoạn, động đất, cháy rừng ở một nơi nào đó, cơ sở hạ tầng ở đó như đường dây, các máy trạm, máy chủ, ... có thể bị phá hủy dẫn đến hệ

thống mạng bị tê liệt là hoàn toàn khó tránh khỏi. Vì thế, việc thiết lập nhanh chóng một mạng cần thời gian ngắn mà lại có độ tin cậy cao và không cần cơ sở hạ tầng để đáp ứng truyền thông, nhằm giúp khắc phục, giảm tổn thất sau thiên tai, hỏa hoạn là cần thiết. Khi đó mạng Ad hoc là một lựa chọn phù hợp nhất cho những tình huống như vậy.

Đáp ứng truyền thông tại những nơi xa trung tâm, các vùng sâu, vùng xa: tại những nơi xa trung tâm thành phố, nơi có dân cư thưa thớt như ở vùng sâu, vùng xa, việc thiết lập các hệ thống mạng có cơ sở hạ tầng là rất khó khăn và tốn kém. Vậy ở những nơi này, giải pháp được đưa ra là sử dụng các mạng vệ tinh hoặc mạng Ad Hoc.

Tính hiệu quả: Trong một số ứng dụng nào đó, nếu sử dụng dịch vụ mạng có cơ sở hạ tầng có thể không có hiệu quả cao bằng việc dùng mạng Ad hoc. Ví dụ như với một mạng có cơ sở hạ tầng, do được điều khiển bởi một điểm truy cập mạng lên các nút mạng muốn truyền thông với nhau đều phải thông qua nó. Ngay cả khi hai nút mạng ở gần nhau, chúng cũng không thể trực tiếp truyền thông với nhau mà phải chuyển tiếp qua một điểm truy cập trung tâm (Access Point). Điều đó gây ra một sự lãng phí thời gian và băng thông mạng. Trong khi đó, nếu sử dụng mạng Ad Hoc việc truyền thông giữa hai nút mạng đó lại trở lên vô cùng dễ dàng và nhanh chóng. Hai nút mạng gần nhau có thể truyền thông trực tiếp với nhau mà không cần phải thông qua thiết bị trung gian nào khác.

### **1.5 Mạng đô thị không dây WMAN**

Mạng đô thị không dây (WMAN) được định nghĩa là mạng có qui mô lớn hơn WLAN, có thể bao phủ một khu đô thị như một thành phố, một quận, huyện, hay là một khu vực dân cư rộng nào đó. Mạng này sử dụng các công nghệ dành cho mạng diện rộng (WAN), có tốc độ truyền dẫn cao và khả năng kháng lỗi mạnh. WMAN là giải pháp mạng không dây của mạng MAN. Do vậy, có thể gọi WMAN là mạng đô thị không dây hay có thể không phải chỉ ở các đô thị mà ngay cả các vùng nông thôn, vùng sâu, vùng xa vẫn có thể sử dụng được mạng WMAN.

Chuẩn IEEE 802.16 đã được thiết kế để mở ra một tập hợp các giao tiếp dựa trên giao thức tầng MAC và lớp vật lý năm 2001. Chuẩn 802.16 cũng đề cập đến công nghệ WiMax là công nghệ không dây băng thông rộng đang phát triển rất nhanh với khả năng triển khai trên phạm vi rộng và sẽ mang lại khả năng kết nối Internet tốc độ cao tới các gia đình và công sở.

Giao thức lớp MAC của chuẩn IEEE 802.16 hỗ trợ truy cập không dây băng rộng điểm - đa điểm với tốc độ truyền dữ liệu cao trên cả hai hướng truyền đa người dùng, trong cùng thời gian có thể cho phép hàng trăm thiết bị trên kênh, đó có thể được chia sẻ đa người dùng. IEEE 802.16 là giao diện cho hệ thống truy nhập băng rộng cố định, lớp MAC và lớp vật lý (PHY) hoạt động ở 10 GHz - 66 GHz.

Chuẩn IEEE 802.16a là một mở rộng của 802.16, được đưa ra năm 2003, truyền thông trên băng tần từ 2 đến 11GHz, vùng phủ sóng lên tới S0 dặm. IEEE 802.16a cung cấp một công nghệ không dây để kết nối với mạng 802.11 và là một sửa đổi bổ sung cho 802.16, lớp vật lý sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia tần số trực giao (OFDM) và (OFDMA), có thêm chức năng lớp MAC và hỗ trợ đồ hình mạng lưới.

Chuẩn 802.16d đưa ra năm 2004 đây là sự kết hợp của 802.16 và 802.16a có thay đổi lớp MAC và lớp vật lý PHY. Chuẩn IEEE 802.16 cũng cho phép đặt anten trong nhà nhưng tất nhiên tín hiệu thu không khỏe bằng anten ngoài trời hoạt động trên băng tần 2,5GHz hoặc S,5GHz với độ rộng băng tần khoảng S,5MHz.

## **1.6 Tóm tắt chương**

Chương 1 của Đề Án đã giới thiệu khái quát về lịch sử phát triển của mạng Ad hoc cũng như những công nghệ hiện đang được sử dụng trong mạng vô tuyến Ad hoc và vấn đề định tuyến trong mạng Ad hoc là vấn đề rất đáng được quan tâm vì nó quyết định trực tiếp đến hiệu năng của mạng, vấn đề đó đã làm định hướng cho việc nghiên cứu các chương tiếp theo.

# CHƯƠNG II: MÔ HÌNH KIẾN TRÚC MẠNG KHÔNG DÂY

## 2.1 Giới thiệu

Chương 2 tập chung nghiên cứu mô hình kiến trúc mạng không dây dựa trên cơ sở tiêu chuẩn 802.11. Trong đó sẽ nghiên cứu các vấn đề chính.

Mô hình kiến trúc mạng không dây, kiến trúc giao thức mạng WLAN, lớp vật lý, lớp điều khiển truy nhập môi trường truyền, định dạng gói tin, tầng MAC, lớp quản lý tầng MAC.

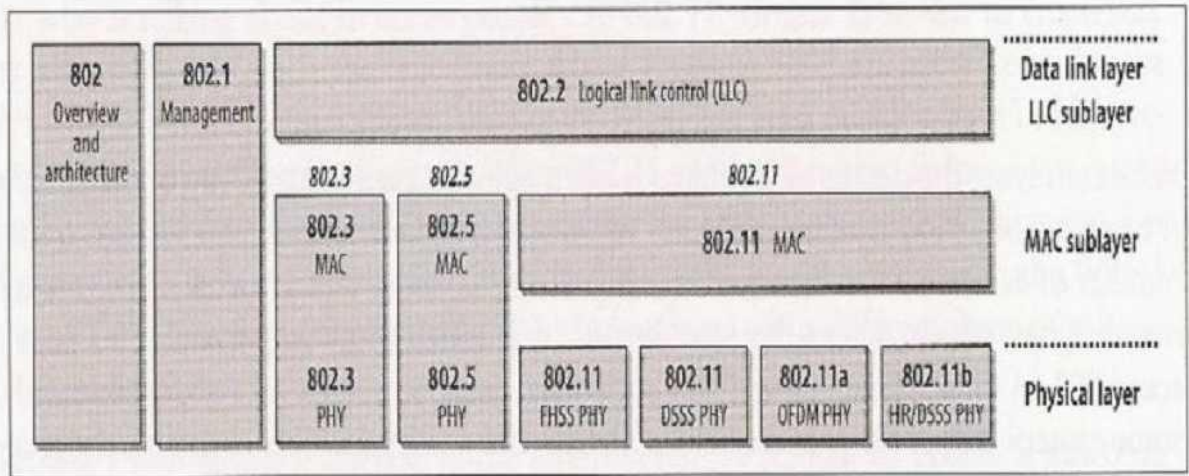
## 2.2 Mô hình kiến trúc mạng không dây so với mô hình OSI [8]

Vào cuối những năm 1980, khi mà mạng không dây bắt đầu được phát triển, nhóm phát triển IEEE nhận thấy phương thức truy cập CSMA/CD của chuẩn LAN 802.3 không có hiệu quả khi áp dụng cho mạng không dây. Do đó nhóm này đã đề nghị xây dựng một chuẩn khác để áp dụng cho mạng không dây. Kết quả là IEEE đã quyết định thành lập nhóm 802.11 có nhiệm vụ định nghĩa tiêu chuẩn lớp vật lý (PHY) và lớp MAC cho mạng cục bộ không dây.

Chuẩn IEEE 802.11 đã được đưa ra năm 1997, và một trong những chuẩn thuộc dòng 802.x chuẩn dành cho các mạng LAN. Hình 2.1 mô tả tổng quát của chuẩn 802.11 so với mô hình OSI: Một mạng LAN 802.11 kết nối với một LAN chuẩn IEEE 802.3 thông qua một cổng giao tiếp chuyển đổi (Portal). Các ứng dụng lớp trên (tính từ tầng Network trở lên nếu là mạng không dây có cơ sở hạ tầng và từ tầng Transport trở lên nếu là mạng không dây không có cơ sở hạ tầng) sẽ không cần quan tâm đến sự khác biệt giữa các mạng LAN không dây và mạng LAN có dây như băng thông thấp hơn hay là thời gian truy cập cao hơn, tốc độ chậm hơn,... Nói một cách khác, các ứng dụng lớp trên sẽ coi các trạm không dây như các trạm có dây. Như ta thấy ở hình dưới, phần trên của lớp liên kết dữ liệu là tầng liên kết logic LLC. Tầng này có chức năng “che đi” sự khác biệt của tầng MAC và tầng vật lý giữa mạng không dây và mạng có dây. Ngày nay, khi công nghệ mạng LAN phát triển thành nhiều chuẩn khác nhau, tầng liên kết logic đóng vai trò quan trọng

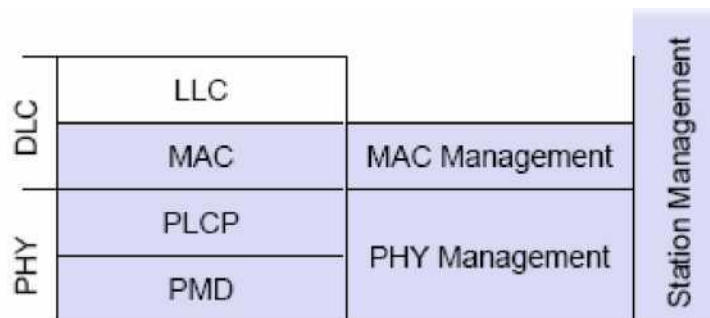


và trở lên không thể thiếu. Tầng này mô tả chi tiết các giao thức truy cập mạng con SNAP và các công nghệ cầu nối cần thiết để truyền thông giữa các mạng và chuẩn.



Hình 2.1: Các chuẩn giao thức IEEE 802 và mô hình OSI

Chuẩn IEEE 802.11 mô tả tầng vật lý và tầng điều khiển truy cập môi trường truyền MAC như các chuẩn 802.x LAN khác. Trong đó, tầng vật lý được chia thành hai thành phần là thủ tục hội tụ lớp vật lý PLCP và thành phần độc lập môi trường truyền PMD như mô tả trên hình 2.1 và 2.2 Tầng PLCP cung cấp chức năng cảm nhận sóng mang, hay còn gọi là đánh giá kênh truyền CCA, và cung cấp điểm truy cập dịch vụ vật lý chung SAP độc lập với công nghệ truyền thông. Tầng quản lý việc điều chế, giải điều chế (Modulation/DeModulation) tín hiệu. Nhiệm vụ cơ bản của tầng MAC bao gồm việc điều khiển truy cập môi trường truyền tránh xung đột, phân mảnh dữ liệu người dùng, kiểm tra chống sai và bảo mật dữ liệu.



Hình 2.2: Mô hình kiến trúc theo chuẩn 802.11 Lớp quản lý tầng vật lý

PHY Management thực hiện nhiệm vụ chọn kênh, chọn MIB Lớp quản lý tầng MAC Management đóng vai trò trung tâm trong các trạm IEEE 802.11, cung cấp một vài chức năng như Đồng bộ hóa (Synchronization), Quản lý năng lượng (Power Management) và Quản lý chuyển vùng (Roaming)

Lớp quản lý trạm (Station Management) đây là lớp gốc của tất cả các lớp có chức năng quản lý.

## **2.3 Kiến trúc giao thức mạng WLAN theo chuẩn 802.11**

### **2.3.1 IEEE 802.11b**

Kiến trúc và các dịch vụ cung cấp cơ bản của IEEE 802.11b giống với chuẩn ban đầu của IEEE 802.11. Nó chỉ khác so với chuẩn ban đầu ở tầng vật lý sử dụng kỹ thuật DSSS để truyền dẫn tín hiệu ở dải tần 2,4GHz. IEEE 802.11b cung cấp khả năng trao đổi dữ liệu cao hơn và kết nối hiệu quả hơn. Kỹ thuật mã hoá cho chuẩn 802.11b cung cấp tốc độ từ 1 đến 2Mbps, thấp hơn tốc độ của chuẩn 802.11. Kỹ thuật duy nhất có khả năng cung cấp tốc độ cao hơn là DSSS, được lựa chọn như là một chuẩn vật lý hỗ trợ tốc độ 1 đến 2 Mbps và hai tốc độ mới là 5,5Mbps và 11Mbps.

Để tăng tốc độ truyền thông cho chuẩn 802.11b, vào năm 1998, Lucent và Harris đã đề xuất một chuẩn mã hoá được gọi là CCK, CCK sử dụng một tập 64 word các mã 8bit, do đó 6 bit có thể được đại diện bởi bất kỳ code word nào. Vì là một tập hợp những code word này có các đặc tính toán học duy nhất cho phép chúng được bên nhận nhận ra một cách chính xác với các kỹ thuật khác, ngay cả khi có sự hiện diện của nhiễu.

Với tốc độ 5,5 Mbps sử dụng CCK để mã hoá 4 bit mỗi sóng mang, và với tốc độ 11 Mbps mã hoá 8 bit mỗi sóng mang. Cả hai tốc độ đều sử dụng QPSK làm kỹ thuật điều chế và tín hiệu ở 1,375 Mbps. Vì FCC điều chỉnh năng lượng đầu ra thành 1 watt EIRP. Do đó với những thiết bị 802.11, khi di chuyển ra khỏi sóng radio, radio có thể thích nghi và sử dụng kỹ thuật mã hoá ít phức tạp hơn để gửi dữ liệu và kết quả là tốc độ chậm hơn.

Một trong những nhược điểm của IEEE 802.11b là băng tần dễ bị nghẽn và hệ thống dễ bị nhiễu bởi các hệ thống mạng khác như lò vi ba, các loại điện thoại hoạt động ở tần số 2,4GHz và các mạng Bluetooth. Đồng thời IEEE 802.11b cũng có những hạn chế như: thiếu khả năng kết nối giữa các thiết bị truyền giọng nói, không cung cấp dịch vụ QoS cho các phương tiện truyền thông.

Mặc dù vẫn còn một vài hạn chế và nhược điểm nhưng chuẩn 802.11b (thường gọi là Wifi) là chuẩn thông dụng bởi sự phù hợp của nó trong các môi trường sử dụng mạng không dây.

### **2.3.2 IEEE 802.11a**

Không giống 802.11b, chuẩn 802.11a được thiết kế để hoạt động ở băng tần 5 GHz hạ tầng cơ sở thông tin toàn cầu không được cấp phép (UNII). Không giống như các dải tần số không cần giấy phép ISM khoảng 83MHz trong phổ 2,4GHz, 802.11a sử dụng gấp 4 lần băng tần ISM vì UNII sử dụng phổ không nhiễu 300MHz, 802.11a sử dụng kỹ thuật FDM.

Chuẩn IEEE 802.11a có tốc độ truyền dữ liệu nhanh hơn chuẩn 802.11b và số kênh tối đa hoạt động đồng thời có thể đạt tới 8 kênh. Tốc độ truyền dữ liệu đạt đến 54 Mbps và hoạt động tại dải băng tần 5GHz. IEEE 802.11a sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM tại lớp vật lý. Chuẩn 802.11a có tốc độ truyền dữ liệu cao này được thực hiện bởi việc kết hợp nhiều kênh có tốc độ thấp thành một kênh có tốc độ cao, 802.11a sử dụng kỹ thuật OFDM định nghĩa tổng cộng 8 kênh không trùng lặp có độ rộng 20MHz thông qua hai băng thấp, mỗi một kênh được chia thành 52 kênh mang thông tin, với độ rộng xấp xỉ 300KHz và mỗi các kênh được truyền song song với nhau.

Việc chỉnh sửa lỗi FEC cũng được sử dụng trong 802.11a (không có trong 802.11) để có thể đạt được tốc độ cao hơn.

Tất cả các băng tần dùng cho mạng không dây cục bộ là không cần đăng ký, vì thế nó dễ dàng dẫn đến sự xung đột và nhiễu. Để tránh sự xung đột này, cả 802.11a và 802.11b đều có sự điều chỉnh để giảm các mức của tốc độ

truyền dữ liệu. Trong khi 802.11b có các tốc độ truyền dữ liệu là 5,5Mbps, 2Mbps và 1 Mbps thì 802.11a có bảy mức là (48 Mbps, 36 Mbps, 24 Mbps, 18 Mbps, 12 Mbps, 9 Mbps, và 6 Mbps ).

### **2.3.3 IEEE 802.11g**

Mặc dù chuẩn 802.11a có tốc độ truyền dữ liệu cao 54 Mbps, hoạt động tại băng tần 5 GHz nhưng nhược điểm lớn nhất của nó là không tương thích với chuẩn 802.11b. Vì thế sẽ không thể thay thế hệ thống đang dùng 802.11b mà không phải tốn kém quá nhiều. Chính vì thế mà IEEE đã cho ra đời chuẩn 802.11g nhằm cải tiến 802.11b về tốc độ truyền cũng như băng thông. Với 802.11g có hai đặc tính chính sau đây:

Sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực OFDM để có thể cung cấp các dịch vụ có tốc độ lên tới 54Mbps. Trước đây, FCC Mỹ có cấm sử dụng OFDM tại 2,4GHz nhưng hiện nay FCC đã cho phép sử dụng OFDM tại cả hai băng tần 2,4Ghz và 5GHz.

Tương thích với các hệ thống 802.11b tồn tại trước. Do đó chuẩn 802.11g cũng có hỗ trợ CCK và các thiết bị 802.11g cũng có thể giao tiếp với các thiết bị 802.11b có sẵn.

Một ưu điểm vượt trội của 802.11g là tương thích với 802.11b (đã được sử dụng rất rộng rãi ) và có được tốc độ truyền cao như 802.11a . Tuy nhiên số kênh tối đa mà 802.11g sử dụng được vẫn là 3 như 802.11b. Bên cạnh đó, do hoạt động ở tần số 2,4 GHz như 802.11b, hệ thống sử dụng 802.11g cũng dễ bị nhiễu như 802.11b.

### **2.3.4 IEEE 802.11i**

Chuẩn 802.11i là chuẩn bổ sung cho các chuẩn 802.11a, 802.11b, 802.11g về vấn đề bảo mật. Nó mô tả phương pháp mã hóa dữ liệu truyền giữa các hệ thống sử dụng các chuẩn này. IEEE 802.11i định nghĩa một phương thức mã hoá mạnh mẽ gồm giải thuật TKIP và giải thuật, chuẩn mã hóa nâng cao AES sử dụng khóa 128, 256 bit làm khóa mã hóa.

### **2.3.5 IEEE 802.11n**

Một chuẩn Wi-Fi mới đang được liên minh mới đưa ra xin phê chuẩn (dự kiến vào năm 2008), với mục tiêu đưa kết nối không dây băng thông rộng lên một tầm cao mới. Công nghệ này hứa hẹn sẽ đẩy mạnh đáng kể tốc độ của các mạng cục bộ không dây WLAN. Liên minh WWiSE bao gồm các công ty: Airgo Networks, Bermai, Broadcom, Conexant Systems, STMicroelectronics và Texas Instruments, cho biết công nghệ Wi-Fi mới đang được nhóm thảo luận 802.11n của Viện Kỹ thuật Điện và Điện tử xem xét. Đây là bộ phận giám sát một chuẩn Wi-Fi thế hệ kế tiếp có khả năng duy trì tốc độ trao đổi dữ liệu không dây vượt mức 100Mbps.

### **2.4 Lớp Vật Lý**

Chuẩn IEEE hỗ trợ ba phiên bản khác nhau của tầng vật lý: hai loại sử dụng công nghệ sóng radio (dải tần 2,4GHz) và loại còn lại sử dụng công nghệ hồng ngoại để truyền dữ liệu. Cả ba loại đều có chức năng đánh giá kênh truyền rồi CCA và điễm truy cập dịch vụ vật lý. Chức năng đánh giá kênh truyền rồi CCA xác định cho tầng trên biết môi trường truyền có rỗi hay không. Điều này rất cần thiết cho việc điều khiển truy nhập môi trường truyền tránh hiện tượng xung đột. Chức năng điễm truy cập dịch vụ vật lý cung cấp thông tin về tốc độ truyền, độc lập với công nghệ truyền thông.

Khi dải tần số sóng vô tuyến ngày càng trở lên cạn kiệt thì người ta phải sử dụng kỹ thuật trải phổ nhằm nâng cao hiệu năng sử dụng dải tần số. Chúng ta có thể so sánh với công nghệ truyền thông băng hẹp, công nghệ truyền thông ra đời trước công nghệ trải phổ. Với truyền thông băng hẹp, mạng chỉ sử dụng phổ tần số ở một mức đủ hoàn thành công việc. Đặc điễm đáng chú ý ở truyền thông băng hẹp là công suất đỉnh (peak power) cao và dải tần số được sử dụng để truyền dữ liệu càng nhỏ thì công suất đỉnh lại càng lớn. Điều đó thể hiện đảm bảo cho việc tiếp nhận tín hiệu trong băng hẹp không bị lỗi. Một đặc điễm nữa của truyền thông băng hẹp là tín hiệu truyền rất dễ bị tắc nghẽn hay nhiễu. Đây chính là điễm bất lợi của truyền thông băng hẹp. Trong khi đó, công nghệ trải phổ cho phép chúng ta truyền cùng một lượng thông tin

như băng hẹp nhưng trải phổ chúng trên một vùng tần số lớn hơn nhiều. Ngoài ra, chúng ta có thể giảm được nhiễu và tránh tắc nghẽn trong quá trình truyền dữ liệu.

Do băng tần của trải phổ là tương đối rộng lên công suất đỉnh của nó rất thấp. Như vậy, đặc trưng của kỹ thuật trải phổ là băng thông rộng và công suất thấp. Cũng chính nhờ hai đặc điểm này mà bên nhận không mong muốn sẽ xem chúng như nhiễu nhiều (tín hiệu nhiễu cũng có đặc điểm băng thông rộng và công suất thấp), do đó có thể tránh được “sự tò mò” không cần thiết và làm tăng thêm tính bảo mật khi truyền dữ liệu.

Có hai kỹ thuật trải phổ thông dụng nhất hiện nay là kỹ thuật trải phổ nhảy tần FHSS và kỹ thuật trải phổ tuần tự trực tiếp DSSS, ngoài ra tại tầng vật lý còn có thêm kỹ thuật ghép kênh phân chia tần số rọc giao OFDM.

#### **2.4.1 Kỹ thuật trải phổ nhảy tần FHSS**

Kỹ thuật trải phổ nhảy tần FHSS là một kỹ thuật cho phép nhiều mạng vô tuyến có thể cùng hoạt động trong cùng một vùng phủ sóng bằng cách phân chia cho các mạng sử dụng những dải tần số khác nhau. Trong kỹ thuật này, sóng mang sẽ được thay đổi tần số tùy thuộc vào một bảng gồm nhiều tần số khác nhau mà sóng mang có thể nhảy trong một khoảng thời gian xác định. Bảng này được gọi là chuỗi giả ngẫu nhiên(Pseudorandom), bên gửi sẽ sử dụng chuỗi này để tìm tần số truyền cho nó. Khoảng thời gian mà sóng mang tồn tại ở một tần số nào đó được gọi là dwell time (tính bằng mili giây), khoảng thời gian mà sóng mang nhảy từ tần số này sang tần số khác được gọi là hop time (tính bằng micro giây). Sau khi danh sách tần số được nhảy hết, phía gửi sẽ lặp lại chuỗi Pseudorandom từ đầu. Tất nhiên, việc sử dụng trải phổ nhảy tần không tránh khỏi việc nhiễu, mất mát trong khi truyền. Tuy nhiên, do trải phổ trên nhiều băng tần lên nếu tín hiệu bị nhiễu trên một băng tần nào đó vẫn có thể được truyền lại ở tần số khác. Chuẩn 802.11 xác định tốc độ truyền dữ liệu của FHSS là 1 đến 2 Mbps.

Để tránh hiện tượng xung đột xảy ra trong quá trình truyền dữ liệu, hệ thống nhảy tần sử dụng một khái niệm gọi là kênh(channel). Channel thực

chất là một mẫu nhảy (hop pattern) xác định và được quy định bởi một tổ chức có thẩm quyền (ở Mỹ là FCC) hoặc do đồng bộ hóa hệ thống giữa các mạng tạo ra.

Mỗi kênh nhảy tần có một băng thông khoảng 1MHz trong dải tần 2,4Ghz ISM. Kỹ thuật trải phổ nhảy tần sử dụng phương pháp khoá dịch nhảy tần theo mô hình Gao-xơ (GFSK) làm phương pháp điều chế.

#### **2.4.2 Kỹ thuật trải phổ tuần tự trực tiếp DSSS**

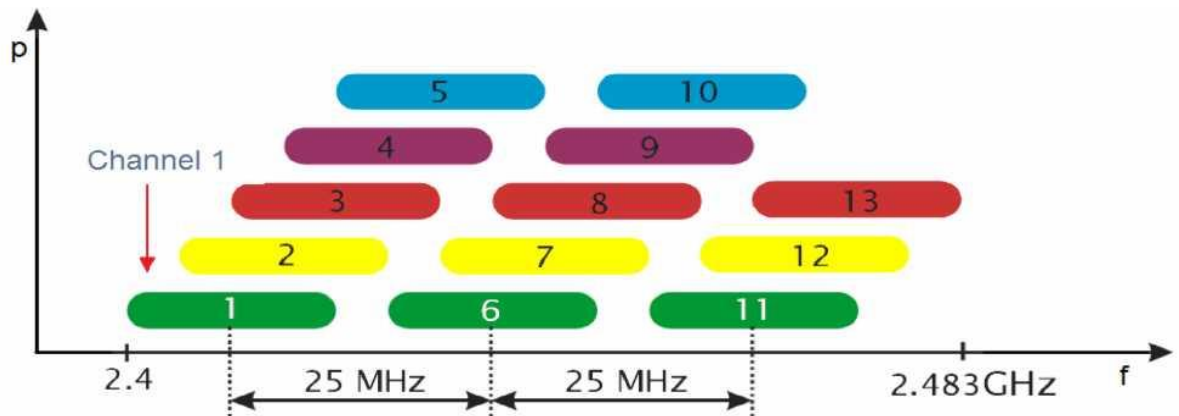
DSSS là kỹ thuật trải phổ được sử dụng nhiều trong các các hệ thống truyền thông không dây vì nó dễ cài đặt và có tốc độ cao. Hệ thống truyền và nhận của DSSS đều sử dụng một danh sách các tần số có độ rộng là 22 MHz. Các kênh rộng này cho phép hệ thống DSSS có tốc độ truyền dữ liệu nhanh hơn hệ thống FHSS nhiều lần.

Đặc điểm cơ bản của phương pháp này là khả năng chống nhiễu mạnh và không ảnh hưởng bởi đặc tính truyền sóng theo nhiều đường, DSSS sử dụng kết hợp tín hiệu dữ liệu tại trạm truyền với một chuỗi bit dữ liệu tốc độ cao, gọi là chip sequence, mỗi chip tương ứng với 1 bit trong dãy đó. Mỗi chip sequence bao gồm tối thiểu là 11 chip, từng bit của dãy bit số liệu cần truyền được kết hợp với một chip sequence, tạo thành một mã được gọi là mã Baker. Kỹ thuật DSSS làm giảm khả năng bị nhiễu của tín hiệu.

Quá trình DSSS bắt đầu với một sóng mang được điều chế với một chuỗi mã. Số lượng bit trong một chip sequence sẽ xác định độ rộng trải phổ của hệ thống và tốc độ của dãy bit đặc biệt này (tính bằng bit trên giây) sẽ xác định tốc độ truyền dữ liệu. IEEE 802.11 xác định tốc độ truyền dữ liệu của DSSS cũng là 1 Mbps đến 2 Mbps.

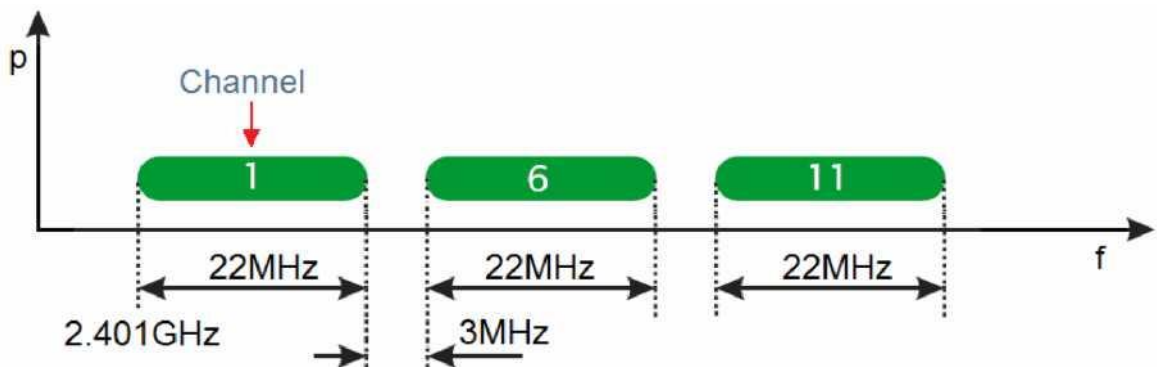
Giống như FHSS, hệ thống DSSS cũng sử dụng khái niệm kênh. Nhưng nếu như FHSS sử dụng chuỗi nhảy để xác định kênh thì khái niệm kênh trong DSSS lại được quy ước sẵn. Mỗi kênh trong DSSS là một dải tần số liên tục rộng 22 MHz, có tần số sóng mang cách nhau 3MHz (giống FHSS). Ví dụ: Kênh 1 hoạt động trong dải tần từ 2,401GHz đến 2,423 GHz. Như vậy, các

tần số được sử dụng để truyền dữ liệu trong kênh 1 là  $2,412 \text{ GHz} \pm 11 \text{ MHz}$ ,  $2,412 \text{ GHz} \pm 10 \text{ MHz}$ , ...,  $2,412 \text{ GHz} \pm 1 \text{ MHz}$ .



Hình 2.5: Các kênh và dải tần số hoạt động trùng nhau đáng kể

Hình trên cho ta thấy các kênh nằm gần nhau trong DSSS sẽ có tần số trùng nhau một lượng đáng kể. Do vậy, việc sử dụng DSSS với các kênh trùng lặp trong cùng một vị trí vật lý sẽ gây lên nhiễu hệ thống, băng thông của mạng sẽ bị giảm đáng kể. Do tần số trung tâm của sóng mang được quy định cách nhau 5 MHz, độ rộng dải tần lại là 22 MHz, lên trên cùng một khu vực vật lý, các kênh được bố trí phải có số kênh cách nhau 5 kênh, để khoảng cách tần số trung tâm của 2 kênh gần nhau nhất tại một địa điểm là 25 MHz. Ví dụ: kênh 1 và kênh 6, kênh 2 và kênh 7, ... có thể được bố trí cùng nhau. Vì thế, tối đa trên cùng một khu vực theo lý thuyết cũng chỉ có tối đa 3 kênh là kênh 1, kênh 6 và kênh 11 có thể được bố trí cùng nhau hoặc kênh 2, kênh 7 và kênh 12. Trong thực tế, vẫn có thể xảy ra trùng một phần nhỏ giữa các kênh. Điều này còn phụ thuộc vào thiết bị sử dụng và khoảng cách giữa các hệ thống.



Hình 2.6: Các kênh không xung đột nhau khi ở cùng một khu vực



về khả năng chống nhiễu khi truyền dữ liệu thì so với FHSS, hệ thống DSSS chống nhiễu kém hơn do độ rộng dải tần nhỏ hơn (22 MHz so với 79 MHz) và dữ liệu của DSSS được truyền đồng thời trên toàn bộ băng tần thay vì truyền trên một băng tần trong một thời điểm của FHSS.

### **2.4.3 Kỹ thuật sử dụng hồng ngoại**

Tầng PHY sử dụng công nghệ truyền hồng ngoại với ánh sáng có bước sóng từ 850nm đến 950 nm. Công nghệ này không yêu cầu đường truyền thẳng (Line of sight) giữa bên phát và bên thu, chúng có thể hoạt động trong môi trường có sự khếch tán. Chuẩn 802.15.i (Bluetooth) cho phép truyền thông điểm - nhiều điểm và có bán kính truyền thông là 10m trong điều kiện môi trường không có ánh sáng mạnh như ánh sáng mặt trời hay từ một nguồn phát nhiệt mạnh.

Thông thường, chuẩn này được sử dụng trong các tòa nhà, trong lớp học hay phòng hội thảo....

### **2.4.4 Kỹ thuật OFDM**

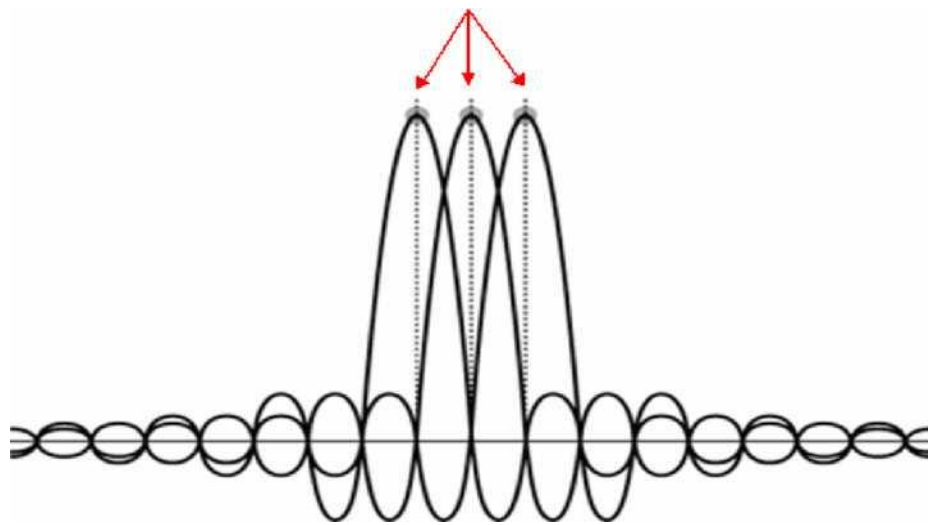
Kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM gần giống với kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số FDM áp dụng trong mạng có dây. Kỹ thuật OFDM vẫn sử dụng những nguyên lý của FDM để cho phép nhiều tín hiệu được gửi qua một kênh radio đơn bằng cách phân chia kênh ra thành nhiều kênh con song song, mỗi kênh con được đặc trưng bởi một sóng mang con(sub-carrier). OFDM sẽ trải dữ liệu cần truyền trên rất nhiều sóng mang, mỗi sóng mang được điều chế riêng biệt với tốc độ bit thấp hơn, các sóng mang này là trực giao với nhau, điều này được thực hiện bằng cách chọn độ giãn cách tần số giữa chúng một cách hợp lý. Công nghệ OFDM hỗ trợ truyền số liệu tốc độ cao và tăng hiệu quả quang phổ. Điều này đạt được là do sự truyền dẫn song song của nhiều sóng mang con qua không trung, mỗi sóng mang con có khả năng mang số liệu điều biến.

Các sóng mang con được đặt vào các tần số trực giao. Trực giao có nghĩa là tần số trung tâm của một sóng mang con nhất định sẽ rơi đúng vào các điểm bằng 0 (null) của các sóng mang con khác (hình 2.8). Sử dụng các tần số

trực giao sẽ tránh được sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các sóng mạng con khác nhau khi sắp xếp vị trí các sóng mạng con với mật độ lớn trong miền tần số do đó sẽ đạt được hiệu quả quang phổ cao hay "trực giao" có nghĩa là tần số trung tâm của một sóng mạng con nhất định sẽ rơi đúng vào các điểm bằng 0 (null) của các sóng mạng con khác.

Sử dụng các tần số trực giao sẽ tránh được sự ảnh hưởng lẫn nhau giữa các sóng mạng con khác nhau khi sắp xếp vị trí các sóng mạng con với mật độ lớn trong miền tần số do đó sẽ đạt được hiệu quả quang phổ cao.

Các sóng mạng con trực giao



Hình 2.7: Trực giao sóng mạng con OFDM trong miền tần số

Ngày nay công nghệ OFDM còn sử dụng một phương thức mã hoá được gọi là COFDM. Mỗi kênh con bên trong thực thi COFDM có độ rộng khoảng 300KHz. COFDM hoạt động bằng cách chia nhỏ kênh truyền dữ liệu tốc độ cao thành nhiều kênh truyền con có tốc độ thấp hơn, và sau đó sẽ được truyền song song. Mỗi kênh truyền tốc độ cao có độ rộng là 20MHz và được chia nhỏ thành 52 kênh con rộng khoảng 300 KHz.

COFDM sử dụng 48 kênh con cho việc truyền dữ liệu, và 4 kênh còn lại được sử dụng cho sửa lỗi. COFDM có tốc độ truyền cao hơn và có khả năng phục hồi lỗi tốt hơn, nhờ vào kỹ thuật mã hoá và sửa lỗi của nó.

Data rate (Mbits/s)	Modulation	Coding rate (r)	Coded bits per subcarrier (N <sub>subcarrier</sub> )	Coded bits per OFDM symbol (N <sub>subcarrier</sub> * N <sub>bits</sub> )	Data bits per OFDM symbol (N <sub>subcarrier</sub> * R <sub>bits</sub> )
6	BPSK	1/2	1	48	24
9	BPSK	3/4	1	48	36
12	QPSK	1/2	2	96	48
18	QPSK	3/4	2	96	72
24	16-QAM	1/2	4	192	96
35	16-QAM	3/4	4	192	144
48	64-QAM	2/3	6	288*	192
54	64-QAM	3/4	6	288	216

Hình 2.8 : Quá trình mã hóa và điều chế theo OFDM

Mỗi kênh phụ có độ rộng khoảng 300 KHz. Để mã hoá 125 Kbps thì BPSK được sử dụng cho tốc độ khoảng 6000 Kbps. Sử dụng QPSK thì có khả năng mã hoá 16-QAM tới 250 Kbps mỗi kênh, cho tốc độ khoảng 12Mbps. Bằng cách sử dụng QAM 16 mức mã hoá 4bit/Hz, và đạt được tốc độ 24 Mbps. Tốc độ 54 Mbps đạt được bằng cách sử dụng 64 QAM, cho phép từ 8 đến 10 bit cho mỗi vòng, và tổng cộng lên đến 1,125 Mbps cho mỗi kênh 300 kHz. Với 48 kênh cho tốc độ 54 Mbps, tuy nhiên tốc độ tối đa theo lý thuyết của COFDM là 108 Mbps.

## 2.5 Lớp điều khiển truy cập môi trường truyền MAC

Trong mạng WLAN có ba phương thức truy cập chính là thức truy cập CSMA/CA còn được gọi là phương thức đa truy cập cảm nhận sóng mang tránh xung đột, chức năng cộng tác phân tán DCF sử dụng hai gói tin RTS/CTS và chức năng cộng tác điểm PCF dùng cho mạng không dây có cơ sở hạ tầng.

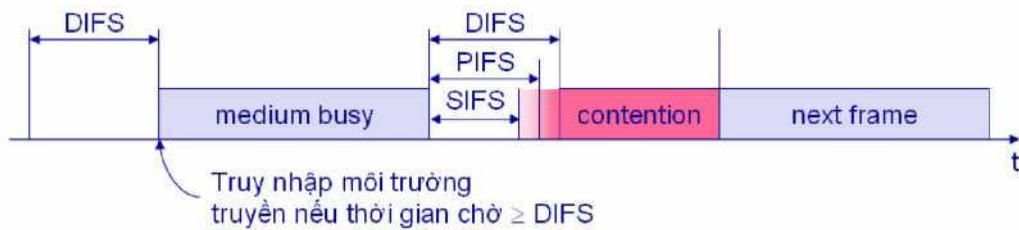
### 2.5.1 Giao thức truy cập CSMA/CA

Ta đã biết phương thức CSMA/CD là cơ chế truy nhập đường truyền trong mạng LAN có dây và hoạt động rất hiệu quả. Tuy nhiên đối với mạng không dây, ta không thể sử dụng phương thức này được mà ta phải sử dụng

phương thức CSMA/CA, một giao thức có nhiều đặc điểm tương tự như giao thức của mạng LAN có dây.

Trước hết ta cần định nghĩa khoảng thời gian giữa các không gian frame

- SIFS (Khoảng thời gian ngắn): Ưu tiên cho ACK, CTS, sử dụng làm tín hiệu trả lời.
- PIFS (PCF IFS): Khoảng thời gian giữa các dịch vụ dùng PCF có AP.
- DIFS (DCF, Distributed Coordination Function IFS): Ưu tiên thấp nhất dùng cho dịch vụ truyền dữ liệu không đồng bộ.



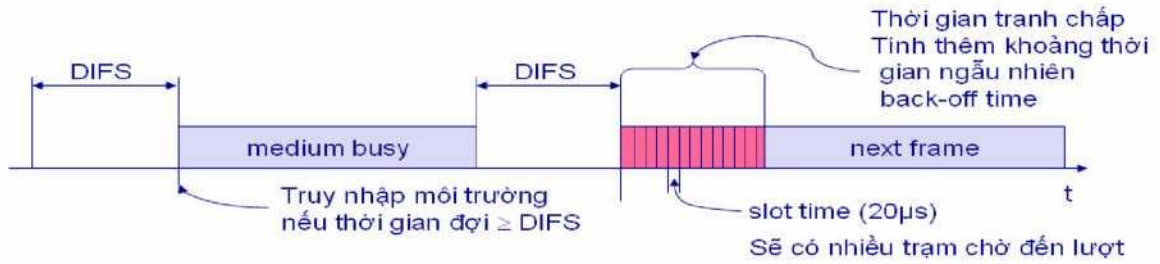
Hình 2.9: Định nghĩa các khoảng thời gian truy cập môi trường truyền

Giao thức CSMA/CA có cơ chế làm việc “nghe trước khi nói” như sau: Khi một nút mạng muốn truyền dữ liệu, nó phải nghe xem kênh truyền có bận không dựa vào việc đánh giá kênh truyền rồi CCA ở tầng vật lý. Nếu kênh truyền rỗi, nó chỉ phải chờ trong khoảng thời gian DIFS (là khoảng thời gian đợi lâu nhất vì vậy có mức độ ưu tiên thấp nhất) sau đó trạm có thể truy nhập kênh truyền. Ngược lại, nếu kênh truyền bận, nó phải đợi một khoảng thời gian DIFS cộng với khoảng trễ ngẫu nhiên để lặp lại việc nghe đường truyền để tránh đụng độ.

Sau khoảng thời gian DIFS, nếu môi trường truyền rỗi, thời gian back-off của nó được giảm đi 1, nếu không, giá trị này sẽ được giữ nguyên cho lần DIFS tiếp theo.

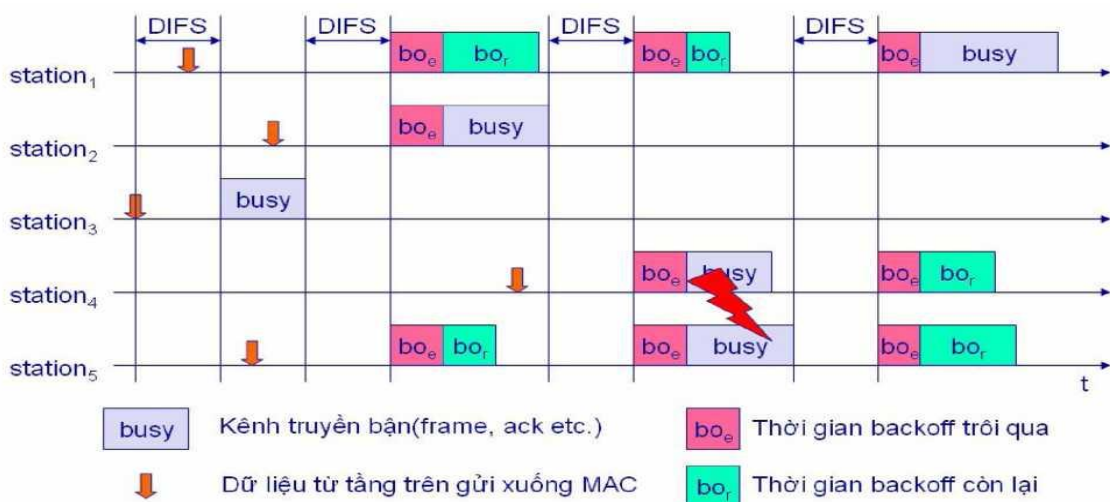
Khi thời gian back-off của nó bằng không, trạm bắt đầu truy nhập môi trường truyền, tuy nhiên trong cùng một thời điểm sẽ có nhiều trạm khác cùng chờ đợi. Nếu giá trị back-off time được các trạm khác cùng truy nhập môi

trường truyền nhưng có back-off  $>0$  thì giá trị back-off của nó sẽ được giữ lại cho lần truy nhập tiếp theo



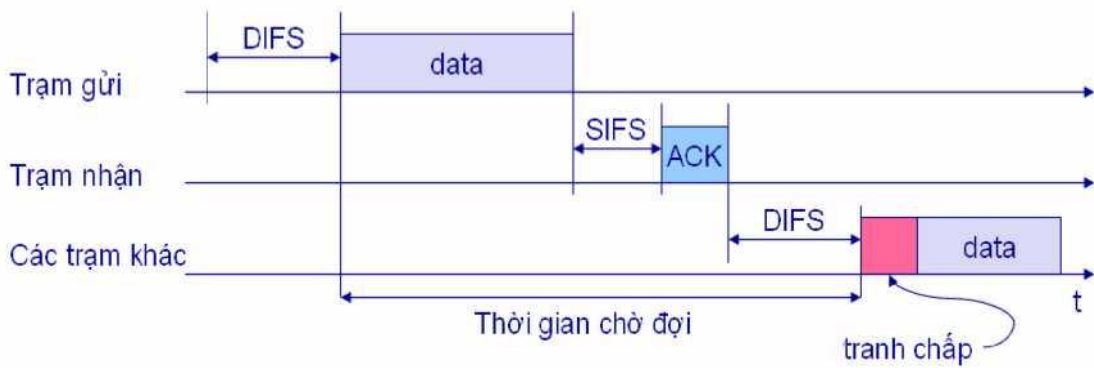
Hình 2.10: Minh họa về khoảng tranh chấp truy cập CSMA/CA

Quá trình cảm nhận sóng mang(carrier sense) như sau: Các nút mạng trong mạng không dây muốn truyền một gói dữ liệu, trước tiên nó phải kiểm tra xem đường truyền có bận hay không. Nếu bận nó phải trì hoãn việc truyền lại cho đến khi đường truyền rỗi. Các nút mạng xác định trạng thái của đường truyền dựa trên hai cơ chế kiểm tra lớp vật lý xem có sóng mang hay không sử dụng chức năng cảm nhận sóng mang ảo là NAV. Một nút mạng có thể kiểm tra đường truyền có rỗi hay không nhờ việc kiểm tra lớp vật lý. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp, đường truyền có thể được đặt trước thông qua NAV. NAV thực ra một đồng hồ đếm giờ được cập nhật bởi các frame dữ liệu được gửi đi trong đường truyền.



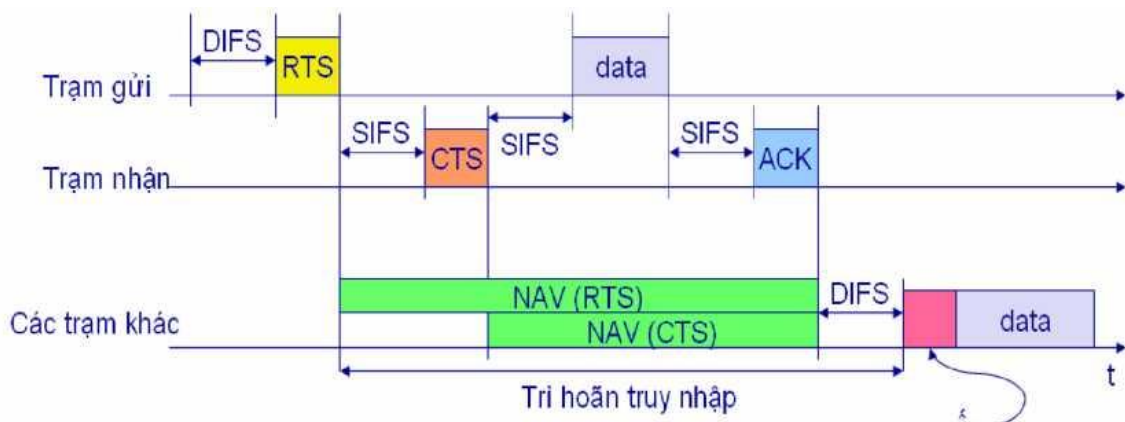
Hình 2.11: Minh họa về giao thức truy cập CSMA/CA với 5 trạm

Minh họa giao thức truy cập CSMA/CA với 5 trạm muốn gửi dữ liệu vào môi trường truyền (đó là các trạm 1, 2, 3, 4, 5). Tại thời điểm ban đầu, trạm 3 có yêu cầu gửi đi một gói tin từ tầng trên, trạm này sẽ đợi khoảng thời gian DIFS và sau khoảng thời gian đó môi trường truyền rỗi, trạm 3 gửi gói tin lên môi trường để truyền đi. Khi đó các trạm 1, 2, và 5 cũng muốn truyền gói dữ liệu, lên cả ba trạm này đều phải đợi khoảng thời gian là DIFS và do môi trường truyền bận lên chúng sẽ phải đợi thêm một khoảng thời gian backoff trong cửa sổ tranh chấp và các trạm bắt đầu giảm thời gian backoff của mình. Thời gian backoff của trạm 1, 2 và 5 lần lượt là  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_5$ . Như trong hình vẽ ta thấy thời gian  $T_2 < T_5 < T_1$ , do đó khoảng thời gian backoff của trạm 2 sẽ giảm đến 0 sớm nhất, trong khi đó trạm 1 giảm được boe và còn chờ khoảng thời gian là  $bor$ , và trạm 5 cũng còn lại thời gian là  $bor$  (khoảng thời gian còn lại của trạm 5 nhỏ hơn trạm 1) và cả hai giá trị thời gian này đều được giữ lại cho lần truy cập tiếp theo. Đồng thời trong khoảng thời gian đó trạm 4 cũng muốn sử dụng môi trường truyền. Như vậy sau khoảng thời gian DIFS có 3 trạm cùng muốn truyền tin. Trong đó, hai trạm 1 và 5 có thời gian backoff chính là khoảng thời gian backoff còn lại trong lần truy cập không thành công trước đó, còn trạm 4 chọn ngẫu nhiên thời gian backoff lên thời gian backoff của trạm 4 bằng với thời gian backoff của trạm 5 (tôi giả thiết một tình huống “phức tạp” như vậy) lên khi thời gian backoff của hai trạm giảm đến không, trạm 4 và 5 cùng truy cập môi trường truyền khi đó đã xảy ra xung đột và không trạm nào sử dụng được môi trường truyền. Trong lần truy cập tiếp theo, trạm 4 và 5 phải chọn lại khoảng thời gian backoff cho mình và trạm 1 truy cập được môi trường truyền do có thời gian backoff nhỏ nhất.



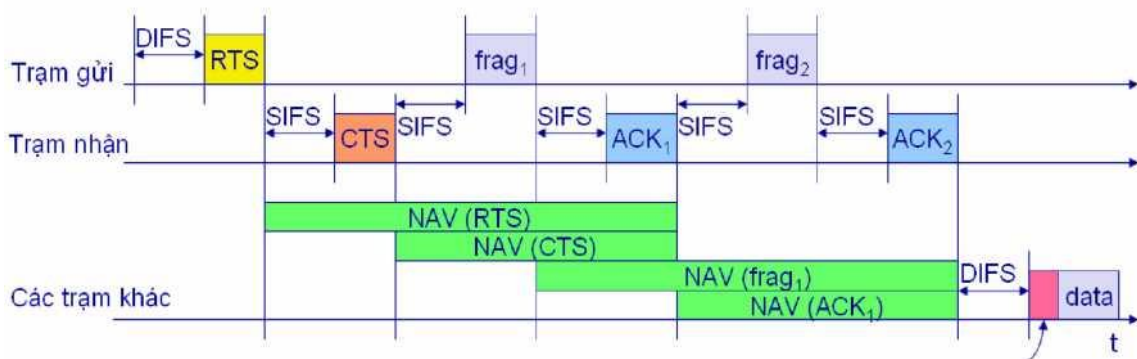
Hình 2.12: Gửi dữ liệu unicast theo CSMA/CA

Minh họa gửi các gói dữ liệu giữa hai trạm theo CSMA/CA trước khi gửi, trạm gửi phải chờ khoảng thời gian DIFS trước khi gửi dữ liệu. Với trạm nhận sau khi chờ khoảng thời gian SIFS trạm nhận sẽ gửi một tín hiệu ACK nếu nhận đúng gói dữ liệu bao gồm có kiểm tra CRC. Các trạm khác tự động truyền lại các gói dữ liệu trong trường hợp có lỗi.



Hình 2.13: Gửi dữ liệu unicast theo DFWMAC

Hình minh họa việc gửi các gói dữ liệu giữa 2 trạm theo DFWMAC. Đầu tiên trạm gửi sẽ gửi gói RTS với các tham số định trước sau khoảng thời gian chờ DIFS. Trạm nhận sẽ gửi gói CTS sau khoảng thời gian chờ SIFS nếu nó đã sẵn sàng nhận dữ liệu. Trạm gửi bây giờ có thể gửi dữ liệu theo đường đã gửi RTS còn các trạm khác lưu trữ RTS và CTS chờ đợi đến khi đường truyền đổi



Khoảng chạch chấp

Hình 2.14: Phân mảnh gói tin gửi dữ liệu unicast theo DFWMAC

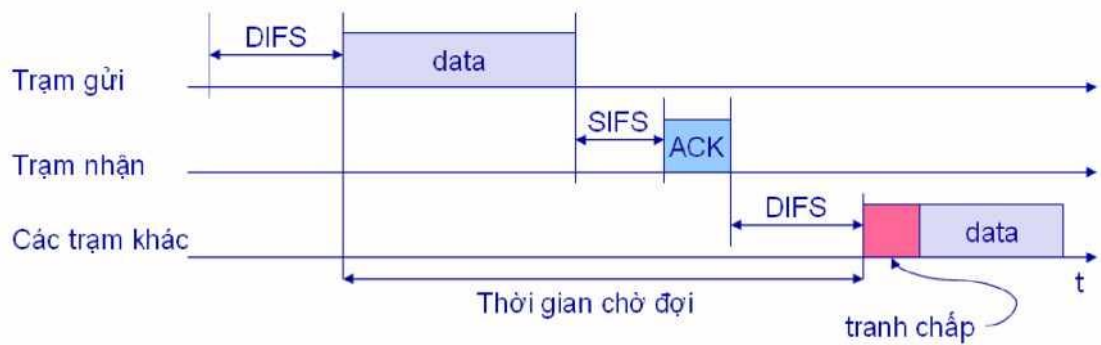
Quá trình phân mảnh gói tin được thể hiện thông qua hai trạm truyền và nhận các gói dữ liệu có kích thước lớn, khi đó trạm gửi sẽ phân tách gói lớn ra thành nhiều gói nhỏ và gửi từng gói nhỏ sau khoảng thời gian chờ SIFS, từng gói nhỏ sẽ được kiểm tra chống sai và có tín hiệu ACK; của phân mảnh thứ  $i$  được trạm nhận gửi đi trong trường hợp phân mảnh thứ  $i$  đã nhận đúng.

## 2.5.2 Chức năng phối hợp phân tán

### 2.5.2.1 DCF sử dụng phương pháp CSMA/CD

Chức năng phối hợp phân tán DCF chủ yếu dựa vào giao thức CSMA/CA và sử dụng gói tin biên nhận ACK tại trạm thu để thông báo đã nhận tốt gói tin vừa truyền. Nếu một trạm muốn truy cập môi trường truyền, trước hết nó sẽ phải đợi một khoảng thời gian DIFS DCF trước khi truyền dữ liệu, nếu môi trường truyền rỗi nó sẽ gửi một gói tin tới trạm nhận. Trạm nhận sau một khoảng thời gian SIFS, khoảng thời gian đợi ít nhất để truy cập môi trường truyền vì thế có độ ưu tiên cao nhất và được sử dụng cho các gói tin biên nhận, sẽ gửi lại một gói tin biên nhận ACK nếu nó nhận được dữ liệu từ trạm gửi là đúng (sau khi nhận trạm nhận thực hiện kiểm tra CRC theo đa thức đã chọn). Do gói tin ACK được truyền quảng bá lên tất cả các trạm khác đều nhận được gói tin ACK này. Vì vậy các trạm khác sẽ không truy cập vào môi trường truyền, nếu gói tin biên nhận ACK không tới được phía gửi vì một lý do nào đó, trạm gửi sẽ tự động gửi lại gói tin đó. Nhưng số lần gửi lại được giới hạn và lần gửi thất bại cuối cùng sẽ được tăng lên tầng cao hơn.





Hình 2.15: DCF sử dụng giao thức CSMA/CA

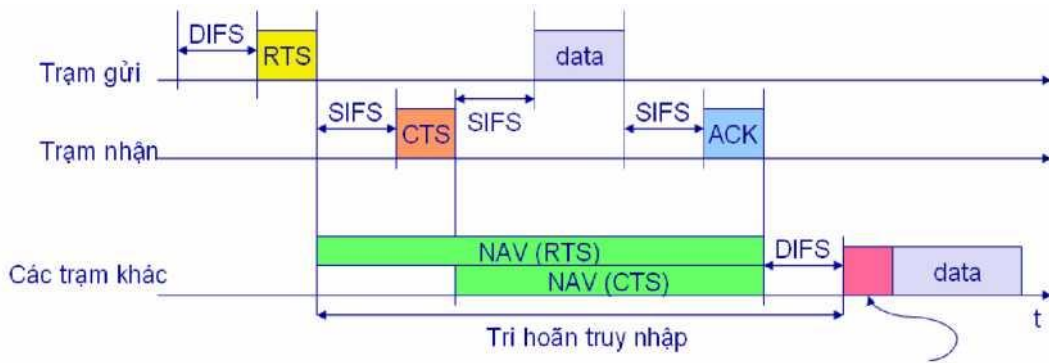
Để tránh xung đột, DCF sử dụng thuật toán Random Back-Off timer. Thuật toán Random Back-Off sẽ chọn ngẫu nhiên một giá trị từ 0 đến giá trị của vùng cửa sổ tranh chấp (CW - vùng màu hồng trong hình vẽ), giá trị của CW có thể khác nhau, tùy theo mặc định của nhà sản xuất và nó được lưu trữ trong NIC của nút mạng.

Giá trị Back-off ngẫu nhiên thực chất là khoảng thời gian mà máy trạm phải chờ thêm sau khi đường truyền rỗi và DIFS đã trôi qua giá trị của khoảng thời gian sẽ giảm đi 1 nếu sau mỗi khoảng thời gian DIFS, đường truyền vẫn rỗi và nó giảm xuống còn = 0, nút mạng bắt đầu truyền frame. Tuy nhiên, nếu có một nút mạng khác truy cập đường truyền trước khi giá trị Back-Off ngẫu nhiên của nút mạng này giảm đến 0 thì nút mạng vẫn lưu giá trị đó lại (dùng đồng hồ) để sử dụng cho lần truy nhập sau. Nút mạng nhận sau khi nhận được frame thành công sẽ gửi trở lại một frame ACK biên nhận cho trạm truyền

Frame ACK được phép bỏ qua quá trình Back-Off ngẫu nhiên và chỉ phải đợi một khoảng thời gian ngắn được gọi là SIFS để có thể truyền.

Giá trị của SIFS nhỏ hơn DIFS để đảm bảo nút mạng nhận có nhiều cơ hội chiếm được đường truyền để gửi biên nhận trước các nút mạng khác.

### 2.5.2.2 Sử dụng gói tin điều khiển RTS/CTS



Khoảng chanh chấp

Hình 2.16: DCF sử dụng gói tin RTS/CTS

Giao thức CSMA/CA có khả năng giải quyết được vấn đề đầu cuối ẩn(hidden terminal) bằng cách sử dụng hai gói tin điều khiển RTS và CTS. Sau một khoảng thời gian DIFS cộng với khoảng thời gian backoff nếu môi trường truyền bận, trạm gửi sẽ gửi gói RTS vào môi trường truyền. Gói tin RTS chứa địa chỉ của trạm nhận, khoảng thời gian của toàn bộ quá trình truyền dữ liệu và thông tin kiểm tra. Khoảng thời gian này là thời gian cần thiết để truyền toàn bộ gói dữ liệu và gói tin biên nhận (ACK) của trạm nhận gửi về. Nếu trạm nhận nhận được gói tin RTS thì nó sẽ gửi trả lại gói tin CTS sau một khoảng thời gian là SIFS. Nếu tại thời điểm  $t_0$  một trạm bất kỳ nhận được gói tin RTS/CTS có khoảng thời gian là  $T$ , trạm đó sẽ đánh dấu môi trường truyền là bận bằng cách thiết lập trong NAV khoảng thời gian bận là  $[t_0, t_0+T]$ . Tất cả các trạm khác khi có NAV bận thì sẽ không gửi bất kỳ dữ liệu hay gói tin nào trong khoảng thời gian  $[t_0, t_0+T]$ . Sau khi phía gửi nhận được gói tin điều khiển CTS từ phía nhận, nó sẽ gửi dữ liệu sau khoảng thời gian SIFS. Cuối cùng, phía nhận có thể gửi lại gói tin biên nhận ACK sau thời gian SIFS. Khi việc truyền hoàn thành, NAV của mỗi trạm sẽ được giải phóng và bắt đầu chu kỳ tiếp theo.

### 2.5.2.3 DCF sử dụng gói tin RTS/CTS để giải quyết vấn đề Hidden Terminal

Khi sử dụng thêm hai gói tin điều khiển RTS/CTS, giả sử trạm A muốn truyền thông tới B sẽ gửi quảng bá gói tin RTS, các trạm trong vùng phủ sóng nhận được RTS và biết được đường truyền bận sẽ không truy cập môi trường truyền. Tuy nhiên trạm C nằm ngoài vùng phủ sóng của A lên không biết là A đang truyền. Trạm B nhận được RTS và gửi lại quảng bá CTS trong vùng phủ sóng của mình. Như vậy trạm C cũng nhận được CTS từ B và nhận thấy B đang bận lên C sẽ không truyền frame tới B. Như vậy vấn đề hidden terminal đã được khắc phục nhờ sử dụng hai gói tin RTS/CTS. + Hiện tượng đầu cuối ẩn (Hidden Terminal)

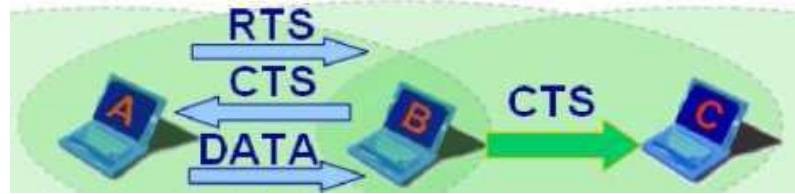
Giả sử nút mạng B nằm trong vùng phủ sóng của hai nút mạng A và C. Hai nút mạng A và nút mạng C lại không nằm trong vùng phủ sóng của nhau khi đó nút mạng A đang truyền một gói dữ liệu cho B. Trong khi đó nút C cảm nhận kênh truyền và do C nằm ngoài vùng phủ sóng của A lên C không cảm nhận được sóng mang của A đang truyền cho B, do đó nút C cũng truyền dữ liệu cho B và dẫn đến tại B xảy ra xung đột (nút B nhận dữ liệu của cả A và C)



Xung đột

*Hình 2.17: Hiện tượng đầu cuối ẩn*

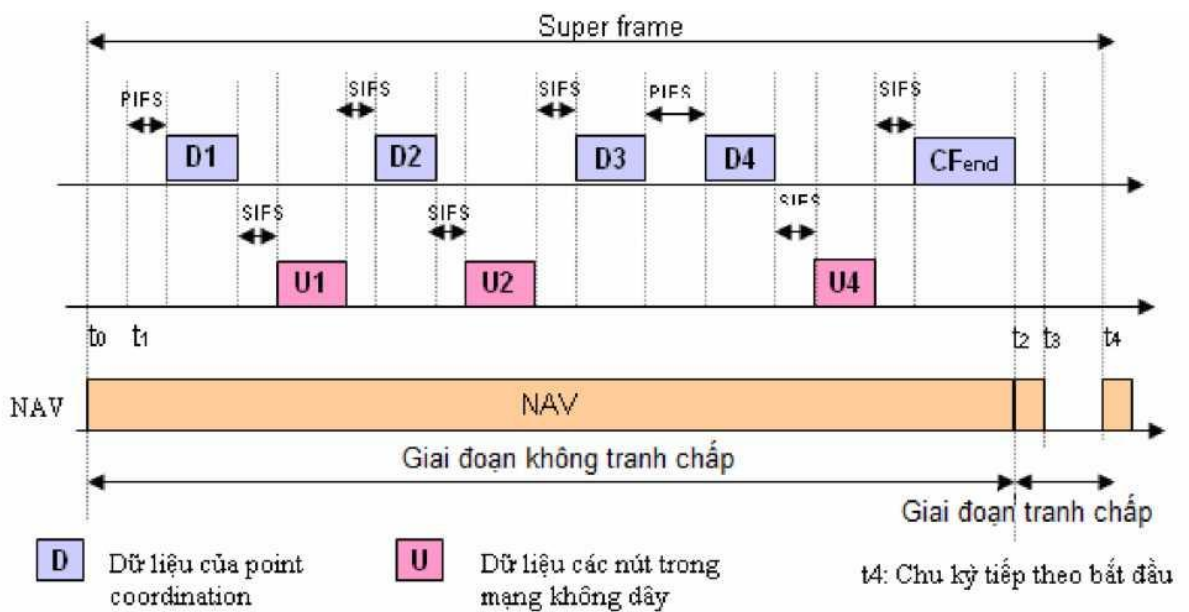
Giải quyết: Với hiện tượng đầu cuối ẩn, khi A truyền quảng bá gói tin RTS cho B, do C nằm ngoài vùng phủ sóng của A lên không cảm nhận được sóng mang, cho rằng đường truyền rỗi. Khi nhận được gói tin RTS từ A, B sẽ gửi phản hồi lại gói CTS, do nút C nằm trong vùng phủ sóng của B lên có thể cảm nhận được đường truyền bận, do đó sẽ không truyền dữ liệu nữa



Hình 2.18: Giải quyết hiện tượng đầu cuối ẩn Hiện tượng trạm cuối lộ (exposed terminal)

### 2.5.3 Chức năng phối hợp theo điểm

Chức năng phối hợp điểm (PCF) đòi hỏi phải có một điểm truy cập AP để kiểm soát quá trình truy cập môi trường truyền và quản lý các trạm trong mạng không dây. Vì vậy kỹ thuật này không được sử dụng trong mạng Ad Hoc mà chỉ được sử dụng trong mạng không dây có cơ sở hạ tầng.



Hình 2.19: Mô tả chu kỳ hoạt động của PCF

Trong kỹ thuật phối hợp PCF, thời gian được chia thành các giai đoạn, được gọi là super frame. Mỗi super frame gồm các giai đoạn tranh chấp (contention period), các giai đoạn không tranh chấp (contention-free period) và các khoảng PIFS, SIFS. Hình 2.24 mô tả kỹ thuật này như sau: tại thời điểm  $t_0$ , giai đoạn không tranh chấp bắt đầu nhưng môi trường truyền bận do vậy không trạm nào được truy cập môi trường truyền. Cho đến khi môi trường truyền rỗi tại thời điểm  $t_i$ , điểm truy cập AP phải đợi một khoảng

thời gian bằng PIFS trước khi truy cập môi trường truyền. (PIFS là khoảng thời gian đợi nằm giữa DIFS và SIFS và được sử dụng để truy nhập môi trường truyền đối với mạng có cơ sở hạ tầng). Trong kỹ thuật truy cập này, điểm truy cập AP sẽ quyết định xem trạm nào phải đợi một khoảng thời gian PIFS sau đó được truy cập môi trường truyền. Trong trường hợp này có hai khả năng sẽ xảy ra, nếu trạm nào đó nhận được dữ liệu D từ AP gửi xuống và đang có nhu cầu truyền dữ liệu thì nó sẽ gửi dữ liệu cho AP, dữ liệu cần gửi là U. Trường hợp thứ hai, nếu trạm không dây đó mà không có nhu cầu gửi dữ liệu thì nó sẽ không gửi lại cho AP thông tin gì. Do đó sau khoảng thời gian SIFS, AP sẽ không nhận được bất kỳ dữ liệu nào từ trạm đó. Trong hình vẽ có 4 trạm không dây ký hiệu từ 1 đến 4. Đầu tiên AP chỉ định cho trạm không dây số 1 được phép truy cập môi trường truyền bằng cách gửi dữ liệu D1 xuống trạm đầu tiên. Sau khoảng thời gian SIFS, trạm 1 sẽ gửi dữ liệu U1 cho điểm truy cập (AP) AP sau khoảng thời gian SIFS nhận được dữ liệu U1 từ trạm số 1 gửi lên, sau đó AP sẽ chỉ định trạm số 2 gửi dữ liệu. Trạm số 2 cũng có nhu cầu gửi dữ liệu lên nó gửi dữ liệu U2 lên cho AP. Sau đó, việc chỉ định tiếp tục với trạm thứ 3, do trạm thứ 3 không có dữ liệu cần gửi lên AP sẽ không nhận được dữ liệu của trạm 3, sau khoảng thời gian PIFS AP lại gửi D4 để chỉ định trạm số 4 truyền dữ liệu U4 tới AP. Sau khoảng thời gian SIFS AP thông báo khoảng tranh chấp sắp bắt đầu bằng việc sử dụng tín hiệu đánh dấu sự kết thúc của giai đoạn "*Contention Free end*". Sử dụng kỹ thuật PCF tự động thiết lập giá trị cho NAV của các trạm là bận, vì thế không có bất kỳ trạm nào truyền dữ liệu. Trong hình vẽ, khoảng không tranh chấp bắt đầu từ  $t_1$ , do trạm 3 không gửi dữ liệu lên kết thúc sớm tại thời điểm  $t_2$  mà theo lý thuyết phải kết thúc tại thời điểm  $t_3$ . Sau khoảng thời gian tranh chấp, tại thời điểm  $t_4$  chu trình này được bắt đầu lại cùng với super frame mới và hoạt động tương tự như trên. Như vậy, tại mỗi thời điểm chỉ có một trạm không dây được phép truy cập môi trường truyền, nó có thể gửi hoặc không gửi dữ liệu tới AP và các trạm đều có khoảng thời gian truy cập riêng không trùng nhau do AP chỉ định. Do đó, trong khoảng thời gian không tranh chấp, các trạm có

thể truy cập môi trường truyền và quá trình truyền thông không xảy ra xung đột.

## **2.6 Lớp quản lý tầng MAC**

Lớp quản lý tầng MAC đóng vai trò trung tâm trong các trạm IEEE 802.11, cung cấp một vài chức năng như Đồng bộ hóa (Synchronization), Quản lý năng lượng (Power Management) và Quản lý chuyển vùng (Hand-off)

### **2.6.1 Sự đồng bộ hóa**

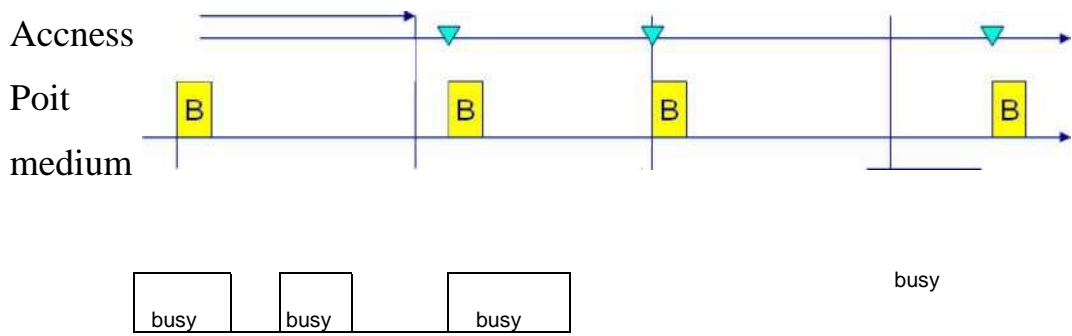
Mỗi một trạm trong mạng không dây đều sử dụng một đồng hồ nội bộ riêng để đồng bộ quá trình thu phát dữ liệu. Để đồng bộ hóa các đồng hồ này lớp quản lý tầng MAC đưa ra kỹ thuật đồng bộ hóa thời gian TSF. Việc đồng bộ này rất quan trọng trong quá trình thu, phát dữ liệu giữa các trạm trong mạng không dây và ảnh hưởng trực tiếp đến chức năng quản lý năng lượng, phối hợp trong kỹ thuật PCF, ...

Trong kỹ thuật này việc đồng bộ hóa thời gian giữa các trạm được thực hiện bằng việc gửi một gói tin beacon(gói tín hiệu) trong mỗi khoảng beacon bao gồm nhãn thời gian và thông tin quản lý năng lượng, thông tin quản lý chuyển vùng (power, Handoff). Nhãn thời gian trong các gói tin này giúp cho các trạm trong BSS điều chỉnh lại đồng hồ nội bộ của mình sao cho đồng bộ với các trạm khác. Một trạm phải điều chỉnh lại đồng hồ của mình theo thời gian định kì. Trong một số trường hợp, tại đầu khoảng beacon, môi trường truyền có thể bận, tin nhắn beacon sẽ được phát ngay sau khi môi trường truyền rỗi trở lại. Chính vì vậy, một trạm muốn nghe gói tin beacon phải lắng nghe từ đầu khoảng beacon cho đến khi nhận được gói tin này

Đối với mạng có cơ sở hạ tầng, trạm truy cập cơ sở đảm nhận việc đồng bộ hóa bằng cách gửi tin nhắn beacon theo định kì để mọi trạm trong mạng không dây tự điều chỉnh lại đồng hồ nội bộ của mình sao cho đồng bộ với tin nhắn beacon nhận được.

Khoảng beacon

(20ms-1s)

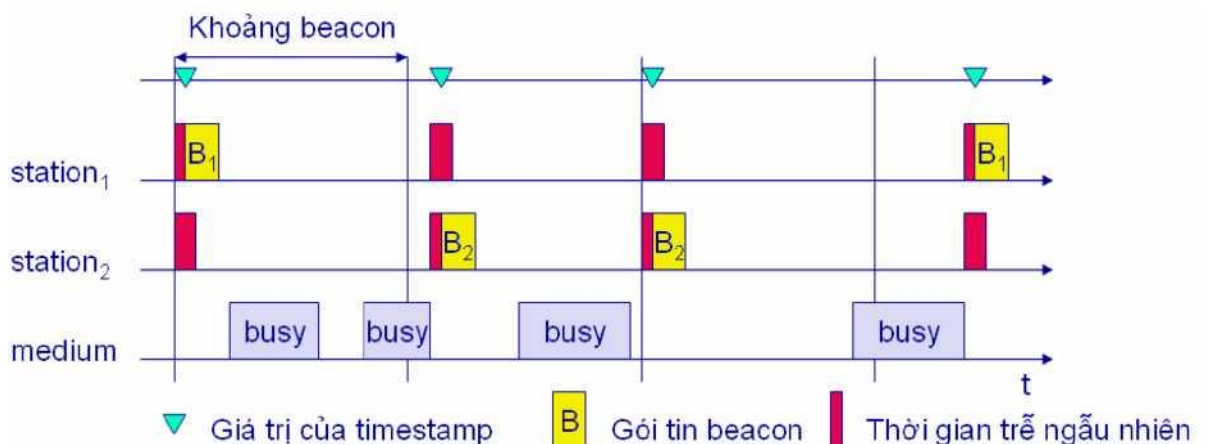


V giá trị của timestamp

B tin nhắn beacor

Hình 2.20: AP gửi gói tin beacon trong mạng không dây cơ sở hạ tầng

Đối với mạng Ad Hoc, điều này có phần phức tạp hơn rất nhiều do mạng không có trạm truy cập cơ sở để thực hiện việc đồng bộ hóa thời gian cho các nút mạng, thay vào đó mỗi trạm đều sử dụng một đồng hồ đồng bộ hóa riêng và bắt đầu truyền gói tin beacon sau mỗi khoảng beacon định kỳ. Khi đó cùng lúc có thể có nhiều trạm có nhu cầu gửi gói tin beacon và có thể xảy ra đụng độ. Do đó cần sử dụng thuật toán backoff chuẩn để giảm khả năng đụng độ và đảm bảo chỉ có một trạm có thể gửi gói tin beacon tại một thời điểm nhất định. Mọi trạm sẽ thực hiện điều chỉnh lại đồng hồ đồng bộ của mình theo nhãn thời gian nhận được trong gói tin beacon và dừng việc gửi gói tin beacon trong một khoảng theo chu kì này.



Hình 2.21: Truyền gói tin beacon trong mạng ad-hoc

Nếu có xảy ra đụng độ thì gói tin beacon sẽ bị mất. Khoảng beacon có thể bị thay đổi do các đồng hồ có thể thay đổi lên khoảng beacon bắt đầu tại

mỗi trạm là khác nhau. Khi đó các trạm cần phải đồng bộ hóa lại đồng hồ của mình. Sau khi đồng bộ hóa lại, các trạm trong mạng sẽ thống nhất cùng một thời điểm bắt đầu beacon.

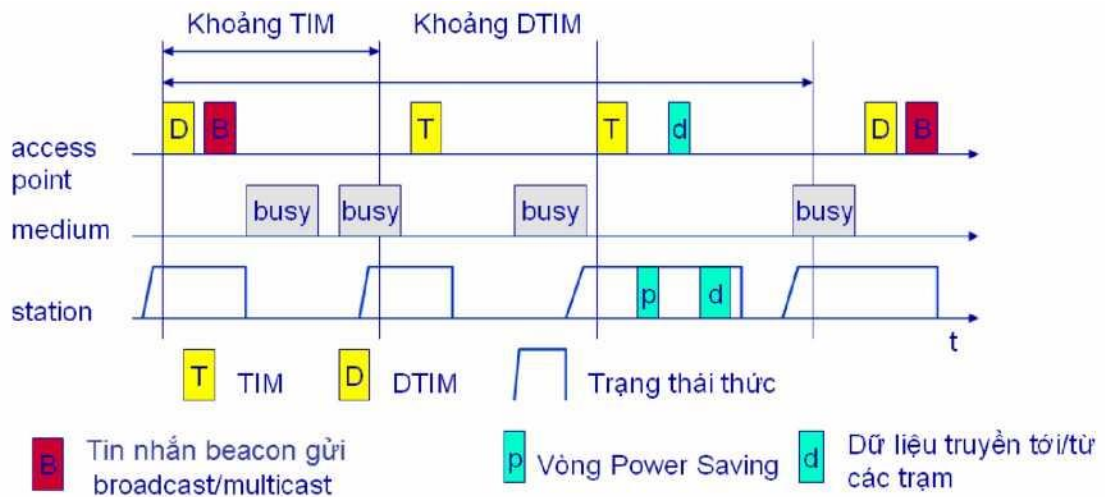
### **2.6.2 Quản lý năng lượng**

Các thiết bị trong mạng không dây sử dụng pin là nguồn cung cấp năng lượng chủ yếu là pin. Cho nên việc quản lý năng lượng nhằm tiết kiệm năng lượng, kéo dài thời gian làm việc cho nút mạng, tránh lãng phí năng lượng không cần thiết đóng vai trò đặc biệt quan trọng trong cả mạng cơ sở hạ tầng và mạng Ad Hoc. Để quản lý năng lượng nhằm tiết kiệm được năng lượng do nguồn pin cung cấp, các trạm trong mạng không dây theo chuẩn IEEE 802.11 được gọi là IBSS được thiết lập hai trạng thái “ngủ” và trạng thái “làm việc”, đồng thời có sử dụng một bộ đệm để lưu tạm dữ liệu của bên phát nếu bên nhận đang trong trạng thái “ngủ”(khác với mạng có dây, các thiết bị luôn trong trạng thái sẵn sàng nhận thông tin mặc dù phần lớn trong trạng thái nhàn "rỗi"). Với ý tưởng này, mỗi trạm trong trạng thái ngủ sẽ định kì chuyển sang trạng thái “làm việc” trong một khoảng thời gian nhất định để kiểm tra xem có trạm nào gửi dữ liệu cho mình không, nếu có nó sẽ thiết lập lại trạng thái “làm việc” cho đến khi nhận dữ liệu xong. Việc chuyển trạng thái này cần sự đồng bộ hóa thời gian giữa các trạm (Nói cách khác, trong một IBSS, mọi trạm phải chuyển sang trạng thái “làm việc” hay trong trạng thái “làm việc” cùng một thời gian). Để đảm nhiệm việc này, mỗi trạm đều được cài đặt chức năng đồng bộ hóa thời gian.

**Với mạng hạ tầng:** Trạm truy cập cơ sở có nhiệm vụ lưu lại mọi frame cho các trạm sử dụng cơ chế tiết kiệm năng lượng trong mạng nó quản lý và thực hiện gửi ánh xạ định danh truyền thông TIM trong gói tin beacon(tin nhắn điều khiển) gồm danh sách các trạm có dữ liệu cần gửi đến. Chức năng đồng bộ hóa thời gian đảm bảo mọi trạm trong IBSS trạng thái ngủ sẽ “thức dậy” định kì để nghe các gói tin tín hiệu và nhận các thông tin truyền thông gửi từ trạm cơ sở đến. Nếu một trạm nhận thấy mình đang có trong ánh xạ định danh truyền thông, nó sẽ chuyển sang trạng thái “làm việc” để nhận gói



tin dữ liệu gửi đến mình, sau khi nhận dữ liệu và gửi trả lại gói tin biên nhận cho trạm nguồn, trạm lại chuyển sang trạng thái ngủ và đợi cho đến khi có tin nhắn tiếp theo được gửi. Còn nếu một trạm đang "làm việc" thấy mình không có trong ánh xạ định danh truyền thông, nó sẽ lập tức chuyển sang trạng thái "ngủ" và đợi tin nhắn beacon kế tiếp.



Hình 2.22: Quản lý năng lượng trong mạng dựa trên cơ sở hạ tầng

Hình trên mô tả một ví dụ về việc quản lý năng lượng trong mạng dựa trên cơ sở hạ tầng. Đầu tiên trạm truy cập cơ sở (AP) gửi gói tin beacon trong mỗi khoảng thời gian beacon tương ứng với một khoảng TIM (TIM: khoảng phát thông tin danh sách các trạm có dữ liệu cần gửi đến). Hơn nữa, trạm truy cập cơ sở còn biểu thị một khoảng thời gian chuyển phát xạ truyền thông DTIM nhằm gửi các tin nhắn beacon theo broadcast/multicast. Một khoảng DTIM bao gồm nhiều khoảng TIM và một trạm thức dậy một cách định kỳ để nhận gói tin TIM hay DTIM.

Sau khi phát một gói tin DTIM báo hiệu khoảng DTIM bắt đầu, trạm truy cập cơ sở phát một gói tin quảng bá và mọi trạm phải thức để nhận gói tin này. Sau khi nhận được gói tin quảng bá này, các trạm chuyển sang trạng thái "ngủ" và sẽ thức dậy sau đó để nhận gói tin TIM tiếp theo, hình trên, thời gian phát gói tin TIM bị trễ lại do môi trường đang bận, do đó mọi trạm sẽ

thức đến khi nhận được gói tin TIM, trạm cơ sở không có dữ liệu để gửi, do đó các trạm lại chuyển sang trạng thái “ngủ”.

Trong khoảng TIM tiếp theo, khi trạm cơ sở có dữ liệu cần truyền, nó gửi ánh xạ biểu thị truyền thông xác định trạm nhận dữ liệu trong gói tin TIM. Khi nhận được ánh xạ định danh truyền thông của mình, trạm đó sẽ trả lời với gói tin hỏi vòng PSP và giữ trạng thái thức để nhận dữ liệu. Sau khi trạm truy cập cơ sở sẽ truyền gói dữ liệu cho mình, trạm này gửi biên nhận hoặc dữ liệu nếu có. Sau đó, trạm này chuyển sang trạng thái ngủ.

**Với mạng Ad-hoc**, vấn đề quản lý năng lượng khó khăn và phức tạp hơn rất nhiều vì không có trạm truy cập cơ sở trung tâm để lưu lại gói tin cần gửi đến trạm trong IBSS. Do vậy, mỗi trạm đều phải lưu lại dữ liệu mình muốn gửi và gửi định danh của trạm cần gửi dữ liệu đến các trạm xung quanh trong giai đoạn nó đang ở trạng thái làm việc nhờ việc sử dụng ánh xạ biểu thị truyền thông ATIM. Giai đoạn này được gọi là một cửa sổ khoảng beacon AITM.

### 2.6.3 Quản lý chuyển vùng

Để phủ sóng một vùng rộng lớn, mạng không dây cần lắp đặt nhiều trạm truy cập cơ sở để có thể mở rộng vùng phủ sóng, giúp người sử dụng có thể truy cập tại bất kì điểm nào trong khu vực đó. Khi người sử dụng thiết bị không dây di chuyển trong vùng, họ sẽ đi từ vùng phủ sóng của trạm truy cập cơ sở này đến vùng phủ sóng của trạm truy cập cơ sở khác, do đó cần có những cơ chế quản lý việc chuyển vùng để đảm bảo rằng các kết nối của các thiết bị không dây không bị gián đoạn và chất lượng phục vụ được tốt hơn khi người dùng di chuyển giữa các khu vực quản lý của các trạm truy cập cơ sở. Việc quản lý chuyển vùng này được thực hiện theo các bước:

Khi một trạm nhận thấy chất lượng liên kết hiện tại giữa mình và trạm truy cập cơ sở quá yếu, trạm đó sẽ “quét” để tìm một trạm truy cập cơ sở khác cung cấp chất lượng liên kết tốt hơn trong cùng vùng phủ sóng.

IEEE 802.11 đặc tả việc quét trên một hay nhiều kênh truyền thông bao gồm quét bị động và quét chủ động. Đối với quét bị động, trạm đó sẽ nghe

môi trường truyền để tìm ra BSS mới còn quét chủ động, trạm đó sẽ phát một gói tin tín hiệu (bao gồm những thông tin cần thiết để trạm đó có thể nhập vào BSS mới) trong mỗi kênh truyền và đợi tín hiệu phản hồi trong các kênh truyền đó.

Sau khi nhận được các tín hiệu phản hồi từ BSS, máy trạm chuyển vùng sẽ lựa chọn trạm truy cập cơ sở có chất lượng truyền thông tốt nhất nhất (thường là gần BSS nhất) và gửi một yêu cầu gia nhập mạng đến trạm cơ sở.

Trạm truy cập cơ sở nhận được yêu cầu sẽ trả lời yêu cầu cung cấp dịch vụ của trạm đó. Nếu việc yêu cầu gia nhập thành công, trạm này sẽ chuyển vùng làm việc tới trạm truy cập cơ sở mới. Nếu không, nó sẽ tiếp tục quét để tìm ra trạm truy cập cơ sở khác chấp nhận cho nó gia nhập mạng và cung cấp dịch vụ cho nó.

Trạm truy cập cơ sở khi đã chấp nhận yêu cầu cung cấp dịch vụ của một trạm mới gia nhập mạng nó sẽ gửi thông tin của trạm mới tới máy trạm chuyển vùng. Máy trạm sẽ cập nhật lại cơ sở dữ liệu về vị trí mới của trạm để giúp cho việc chuyển tiếp các gói tin giữa các BSS đồng thời báo cho trạm truy cập cơ sở cũ về việc trạm này đã chuyển vùng và không thuộc sự quản lý của BSS cũ.

# CHƯƠNG III: ĐỊNH TUYẾN TRONG MẠNG VÔ TUYẾN AD HOC

## 3.1 Giới thiệu về định tuyến trong mạng Ad hoc

Trong một hệ thống mạng, một trong những yếu tố ảnh hưởng lớn nhất đến hiệu năng hoạt động của mạng đó là thời gian truyền các gói tin từ điểm đầu đến điểm cuối sao cho nhanh và chính xác nhất. Để đạt được điều đó thì cần phải có sự phối hợp của các thiết bị hoạt động ở các tầng khác nhau, trong đó có Router hoạt động ở tầng mạng. Router có nhiệm vụ tìm đường đi cho các gói tin, xác định các router trung gian để chuyển gói tin từ điểm đầu đến điểm cuối. Các thuật toán giúp xác định đường đi như vậy gọi là thuật toán định tuyến. Như vậy chức năng của thuật toán định tuyến chính là xác định đường đi tốt nhất cho gói tin từ bên gửi đến bên nhận sao cho nhanh nhất và chính xác nhất.

Đối với mạng không dây có cơ sở hạ tầng, việc truyền thông giữa các nút mạng trong mạng phụ thuộc rất nhiều vào trạm cơ sở (còn gọi là AP). Các nút mạng muốn liên lạc với nhau đều phải nằm trong vùng phủ sóng của trạm cơ sở (nếu một nút mạng mà nằm ngoài vùng phủ sóng của trạm cơ sở thì nó không thể nào liên lạc được với các nút mạng khác).

Nhưng với mạng Ad hoc thì lại khác, mạng Ad hoc không có trạm cơ sở, các nút mạng vừa là mạng ngang hàng, vừa là mạng không dây. Các nút mạng dù nằm ngoài hay nằm trong vùng phủ sóng của nhau vẫn có thể liên lạc được với nhau thông qua các nút mạng trung gian. Do đó, việc tìm ra các nút mạng trung gian để truyền gói tin giữa nút mạng đầu và nút mạng cuối là rất quan trọng và là một bài toán tiêu biểu trong nghiên cứu mạng Ad Hoc. Ngoài ra, có một số đặc điểm khác biệt của mạng Ad Hoc so với các mạng khác như các nút mạng có thể di động, dẫn đến topo mạng sẽ bị thay đổi; băng thông của mạng cũng thay đổi liên tục, tốc độ truyền tin hiệu của mạng phụ thuộc nhiều vào tính chất vật lý của các nút mạng, giao diện mạng và khoảng cách giữa các nút trong mạng.

Bởi vậy các giao thức định tuyến được thiết kế cần xét đến các tính năng cơ bản sau:

- **Điều khiển tối đa.** Điều khiển tin nhắn, tài nguyên xử lý, và năng lượng cho quá trình truyền và nhận dữ liệu. Tại vì độ rộng dải tần là một tài nguyên, các giao thức định tuyến không nên gửi nhiều tin nhắn cần cho thao tác và con số này được thiết kế tương đối nhỏ. Trong khi truyền tiêu tốn năng lượng gần gấp hai lần nhận thì cả hai thao tác này vẫn tiêu hao nguồn cho các thiết bị lưu động. Do đó giảm kiểm soát dữ liệu cũng giúp dự trữ nguồn điện.

- **Hạn chế tối đa quá trình xử lý:** Các thuật toán phức tạp đòi hỏi chu trình xử lý quan trọng trong các thiết bị. Tại vì các chu trình xử lý có thể tạo ra những thiết bị lưu động tiêu hao nhiều năng lượng nguồn. Các giao thức này nhỏ, nhẹ và tối thiểu quá trình xử lý của các thiết bị lưu động dự trữ điện nhưng nhiều hơn cho các thao tác định hướng của người sử dụng kéo dài tuổi thọ của nguồn pin.

- **Khả năng định tuyến đa chặng.** Tại vì quá trình truyền thông không dây của các nút di động thường xuyên bị hạn chế, các nút nguồn và đích có thể không nằm trong vùng truyền trực tiếp của nhau. Giao thức định tuyến có thể phát hiện ra những đường truyền đặc biệt giữa nguồn và đích để việc truyền tin giữa hai nút này diễn ra bình thường.

- **Bảo trì đồ hình động.** Khi thiết lập một đường truyền một vài liên kết có thể bị đứt do sự chuyển động của các nút. Để một nguồn có thể đến được đích thì luôn phải có một tuyến đường độc lập, thậm chí ở cả những nút trung gian hoặc ở những nút nguồn và đích. Hơn nữa các liên kết hỏng trong mạng Ad hoc khá thường xuyên lên các liên kết bị hỏng được đưa lên kênh điều khiển để nhanh chóng kết hợp xử lý.

- **Ngăn ngừa truyền lặp.** Lặp vòng định tuyến xảy ra khi nút dọc đường truyền chọn bước nhảy liên kế đích thì cũng có một nút khác như vậy xảy ra sớm hơn trên đường truyền. Khi có một sự truyền lặp thì dữ liệu và các gói dữ liệu điều khiển có thể đi ngang qua đường truyền nhiều lần, cho đến khi đường truyền được sửa lại và truyền lặp đó bị loại trừ, hoặc đến khi giá trị

TTL bằng 0. Do độ rộng dải thông nhỏ, việc xử lý và chuyển tiếp gói dữ liệu tiêu tốn tài nguyên lên lặp vòng tuyến tiêu tốn rất nhiều nguồn tài nguyên và gây thiệt hại cho mạng. Thậm chí một tuyến lặp vòng chỉ xảy ra trong chốc lát cũng gây nguy hại cho mạng. Do đó phải tuyệt đối tránh việc lặp vòng định tuyến.

### **3.2 Các yêu cầu đối với thuật toán định tuyến cho mạng Ad hoc không dây**

Do các đặc điểm khác biệt của mạng Ad hoc, chúng ta không thể áp dụng các thuật toán định tuyến truyền thống như Trạng thái đường liên kết (Link State) hay Vectơ khoảng cách (Distance Vector) cho mạng Ad Hoc được. Cả hai thuật toán này đều yêu cầu các router quảng bá thông tin định tuyến theo kiểu định kì, các tuyến đường giữa các Router thường ổn định và không tính đến việc tiết kiệm năng lượng. Do đó nó không phù hợp với mạng Ad hoc không dây.

Với thuật toán trạng thái đường liên kết, các router sẽ gửi thông tin quảng bá định kì về các hàng xóm và giá của đường đi tới các hàng xóm đến tất cả các router trong mạng. Từ đó, các router sẽ biết được toàn bộ topo của mạng để tính toán đường đi tới đích ngắn nhất có thể.

Còn với thuật toán véc tơ khoảng cách, mỗi router lại gửi định kì các thông tin khoảng cách từ nó đến các router khác. Bằng việc tính toán, so sánh khoảng cách từ mỗi hàng xóm đến một đích nào đó, các router sẽ quyết định tuyến đường đi ngắn nhất đến nút mạng đích. Như vậy, nếu sử dụng các thuật toán thông thường với mạng Ad Hoc có thể dẫn đến một loạt các vấn đề sau:

- Đặc điểm đầu tiên của các thuật toán định tuyến thông thường đã không phù hợp với mạng Ad Hoc. Đó là việc các router liên tục gửi quảng bá định kì đến các nút mạng trong mạng. Việc gửi quảng bá định tuyến định kì gây ra hai vấn đề sau:

Thứ nhất, nó sẽ gây lãng phí băng thông cho các nút mạng trong mạng Ad Hoc. Có những khi không có sự thay đổi nào trong mạng nhưng các router vẫn tiếp tục gửi các cập nhật thông tin định tuyến theo định kì làm các nút

mạng phải tính toán lại các tuyến đường. Nếu trong vùng phủ sóng của một nút mạng có quá nhiều nút mạng khác thì nút mạng này phải nhận rất nhiều thông tin cập nhật định tuyến. Điều này gây lãng phí băng thông một cách không cần thiết.

Thứ hai, việc gửi các cập nhật định tuyến theo định kì cũng gây lãng phí năng lượng không cần thiết cho các nút mạng trong mạng. Chúng ta đã biết năng lượng của các nút mạng trong mạng Ad Hoc chủ yếu là pin. Việc sử dụng năng lượng một cách tiết kiệm và hợp lý là rất cần thiết. Nếu các nút mạng phải gửi quảng bá định tuyến theo định kì sẽ tốn rất nhiều năng lượng, bởi năng lượng để gửi một gói tin không phải là nhỏ. Bên cạnh đó, việc nhận một gói tin tốn ít năng lượng nhưng việc phải cập nhật, tính toán các tuyến đường lại cản trở việc tiết kiệm năng lượng của các nút mạng.

- Ở mạng vô tuyến có sử dụng cơ sở hạ tầng, thông thường liên kết giữa hai nút mạng trong mạng hoặc giữa nút mạng với trạm cơ sở (base station) là các liên kết đối xứng. Trong khi đó, liên kết giữa hai nút mạng của mạng Ad Hoc có thể là liên kết không đối xứng, nghĩa là việc truyền thông giữa hai nút mạng không thể thực hiện tốt trên cả hai hướng. Lý do là vì khả năng truyền tín hiệu của các nút mạng là khác nhau: nút mạng nào có năng lượng truyền tín hiệu mạnh thì nút mạng đó có liên kết tốt với các nút mạng nhận tín hiệu của nó, ngược lại, nút mạng có năng lượng truyền tín hiệu yếu thì khả năng không liên kết được với các nút mạng nhận tín hiệu là khó tránh khỏi, nếu có liên kết được thì đó cũng chỉ là những liên kết yếu, không ổn định. Do đó, giao thức định tuyến thông thường không thể hoạt động tiết kiệm năng lượng trong môi trường mạng Ad hoc không dây.

- Một đặc điểm nữa của mạng Ad Hoc làm chúng ta không thể áp dụng được các thuật toán định tuyến thông thường cho nó. Đó là trong mạng Ad Hoc tồn tại nhiều liên kết dư thừa. Với mạng có dây truyền thống, người ta thường chỉ dùng rất ít các router để nối hai mạng với nhau. Vì thế các tuyến đường dư thừa trong mạng có dây là không nhiều và các thuật toán định tuyến thông thường vẫn tính đến cả những liên kết đó. Nhưng với mạng Ad

Hoc lại khác. Mỗi nút mạng lại đóng vai trò như một router, mạng Ad Hoc có bao nhiêu nút mạng thì có bấy nhiêu router. Điều này làm cho việc truyền dữ liệu từ nút mạng nguồn đến nút mạng đích có thể phải đi qua nhiều hơn một nút mạng trung gian, và tuyến đường mà dữ liệu di chuyển cũng không phải là duy nhất. Bên cạnh tuyến đường tốt nhất vẫn có thể tồn tại nhiều tuyến đường khác có thể hoạt động bình thường. Với mạng có quá nhiều tuyến đường dư thừa như vậy, các thuật toán định tuyến nếu tính cả đến chúng sẽ làm cho việc cập nhật bảng định tuyến sẽ trở lên nhiều hơn. Điều đó là không cần thiết.

- Một vấn đề cuối cùng quan trọng hơn cả, đó là các thuật toán đó không được thiết kế dành cho mạng có topo động như của mạng Ad Hoc. Với mạng có dây truyền thống, liên kết giữa các router gần như là không đổi, giá (chất lượng) của một liên kết có thể thay đổi do tắc nghẽn chứ vị trí của các router là cố định trong cấu trúc mạng. Nhưng trong mạng Ad Hoc, điều đó lại không hề có.

Với những vấn đề nêu ra ở trên, chúng ta có thể rút ra được một số yêu cầu với các thuật toán định tuyến cho mạng Ad Hoc như sau:

- Thuật toán phải được thiết kế sao cho phù hợp với tính động của topo mạng và các liên kết bất đối xứng.

- Hoạt động phân tán: cách tiếp cận tập trung cho mạng Ad Hoc sẽ thất bại do sẽ tốn rất nhiều thời gian để tập hợp các thông tin trạng thái hiện tại của mạng để tính toán rồi lại phát tán lại nó cho các nút mạng. Trong thời gian đó, cấu hình mạng có thể đã thay đổi rất nhiều.

- Tính toán đến vấn đề năng lượng và băng thông của mạng: Do các nút mạng có nguồn năng lượng hạn chế lên cần phải tính toán đến vấn đề tiết kiệm năng lượng. Giao thức định tuyến có thể cung cấp yêu cầu bảo tồn năng lượng ở các nút mạng khi có thể. Băng thông của mạng cũng cần được tính đến để tránh gây lãng phí băng thông không cần thiết.

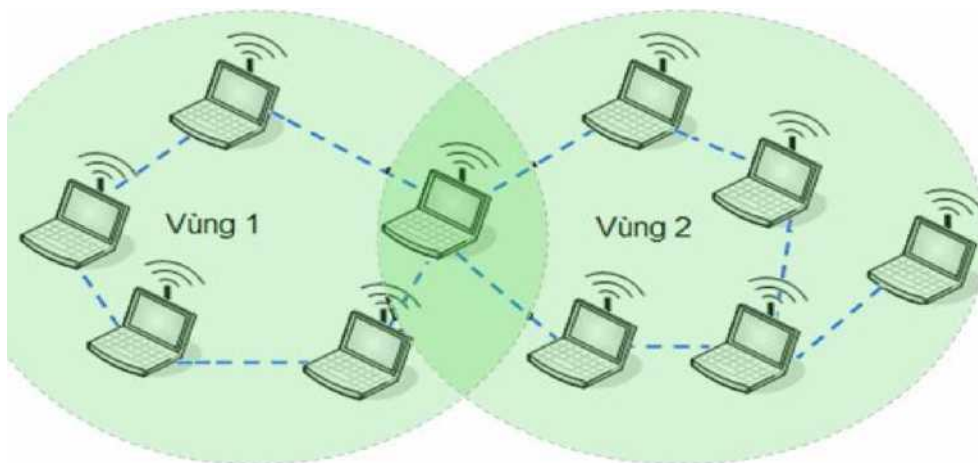
- Không để xảy ra hiện tượng lặp định tuyến: Hiện tượng này xảy ra khi một phần nhỏ các gói tin di chuyển lòng vòng quanh mạng trong một



khoảng thời gian nào đó. Giải pháp đưa ra có thể là sử dụng bộ đếm chặng trong mỗi gói tin. Mỗi khi gói tin di chuyển đến một nút mạng mới, bộ đếm chặng sẽ tăng lên một, và đến một giá trị nào đó thì gói tin sẽ bị loại bỏ.

- Thiết lập những vùng mạng nhỏ: Nếu giao thức định tuyến có thể xác định được các nút mạng gần nhau và thiết lập chúng thành một vùng mạng nhỏ thì sẽ rất thuận tiện trong định tuyến. Nếu các nút mạng đơn di chuyển nhanh hơn thì các vùng mạng lại ổn định hơn. Do đó, định tuyến trong các vùng mạng sẽ đơn giản hơn rất nhiều.

Nút di động cầu nối



*Hình 3.1: Ví dụ về việc phân chia vùng trong mạng Ad Hoc*

- Bảo mật: Giao thức định tuyến của mạng Ad Hoc có thể bị tấn công dễ dàng ở một số dạng như đưa ra các cập nhật định tuyến không chính xác hoặc ngăn cản việc chuyển tiếp gói tin, gián tiếp gây ra việc từ chối dịch vụ dẫn đến các gói tin không bao giờ đến được đích. Chúng cũng có thể thay đổi thông tin định tuyến trong mạng, cho dù các thông tin đó là không nguy hiểm nhưng cũng gây tổn băng thông và năng lượng, vốn là những tài nguyên "quý hiếm" trong mạng Ad Hoc. Do vậy cần có những phương pháp bảo mật thích hợp để ngăn chặn việc sửa đổi hoạt động của giao thức.

### **3.2.1 Phân loại các thuật toán định tuyến cho mạng Ad Hoc**

Có rất nhiều giao thức định tuyến trong mạng Ad hoc không đây. Ứng

với mỗi cách tiếp cận khác nhau thì lại có một kiểu phân loại khác nhau. Song nhìn chung có thể phân thành ba loại chính là giao thức định tuyến điều khiển theo bảng ghi (Table- Driven Routing Protocols), giao thức định tuyến theo yêu cầu khởi phát từ nguồn (Source Initiated On-demand Routing) và phương pháp lai ghép(Hybrid) giữa chúng.

- Định tuyến điều khiển theo bảng ghi: Tư tưởng của phương pháp này là cố gắng duy trì thông tin định tuyến cập nhật liên tục từ các nút mạng đến mọi nút mạng khác trong mạng nhờ sử dụng một hoặc nhiều bảng ghi để lưu trữ thông tin định tuyến, và chúng đáp ứng những thay đổi trong topo mạng bằng cách phát quảng bá rộng rãi các thông tin cập nhật tuyến qua mạng để duy trì tầm kiểm soát mạng một cách liên tục, duy trì một cái nhìn nhất quán về mạng. Các vùng nào khác nhau về số bảng ghi liên quan đến định tuyến cần thiết và các phương thức thay đổi cấu trúc mạng sẽ được phát quảng bá để cho tất cả mọi nút mạng đều có thể biết được.

- Định tuyến theo yêu cầu khởi phát từ nguồn: Phương pháp này chỉ tạo ra, khám phá các tuyến khi nút mạng nguồn cần đến. Khi một nút mạng yêu cầu một tuyến đến đích, nó phải khởi đầu một quá trình khám phá tuyến. Quá trình này chỉ hoàn tất khi đã tìm ra một tuyến sẵn sàng hoặc tất cả các tuyến khả thi đều được kiểm tra. Khi một tuyến đã được khám phá và thiết lập, từ đó các gói dữ liệu có thể được gửi theo tuyến vừa được khám phá ra và nó được duy trì bởi một số dạng thủ tục cho đến khi tuyến đó không thể truy nhập được từ nút mạng nguồn hoặc là không còn cần thiết đến nó nữa.

- Hai phương pháp trên đều có những ưu điểm, nhược điểm riêng. Phương pháp lai ghép là sự kết hợp của cả hai phương pháp trên để tạo ra giao thức định tuyến tối ưu. Tư tưởng của phương pháp là thực hiện phân chia mạng thành từng vùng, mỗi vùng sẽ được quan tâm bởi nút trung tâm và nút biên (nút ngoại vi). Mỗi vùng được đánh số theo bán kính vùng, việc định tuyến được chia ra làm hai phương pháp. Định tuyến trong vùng sẽ sử dụng phương pháp định tuyến theo bảng ghi, định tuyến ngoài vùng sẽ sử dụng phương pháp định tuyến theo yêu cầu khởi phát từ nguồn. Nhờ vậy có thể giảm tối đa

thời gian khám phá tuyến và thuận lợi khi tôpô mạng thay đổi.

### **3.2.2 Định tuyến theo vecter khoảng cách tuần tự đích**

Giao thức định tuyến theo vecter khoảng cách tuần tự đích (DSDV) là một giao thức dựa theo vecter khoảng cách nhằm thực hiện những yêu cầu để thao tác dễ dàng hơn cho mạng di động Ad hoc. DSDV sử dụng *số trình tự* các nút để tránh những sự cố đếm đến vô cùng hay lặp vòng trong các giao thức vecter khoảng cách ở mạng có dây. Một nút sẽ tăng giá trị số của nó khi có sự thay đổi ở nút bên cạnh. Ví dụ khi thêm hoặc xóa một liên kết trong mạng, khi có sự lựa chọn giữa hai tuyến tới đích thì luôn có một nút được lựa chọn đường truyền với chuỗi số nhanh nhất tới đích. Điều này đảm bảo cho những thông tin mới được sử dụng tối đa.

Do DSDV là giao thức dựa theo vectơ khoảng cách lên mỗi nút đều có thông tin về đường đi tới các nút khác trong mạng dựa vào bảng định tuyến. Bảng định tuyến bao gồm những thông tin như: Địa chỉ IP đích, số trình tự đích, địa chỉ bước truyền kế tiếp, số bước truyền, và thời gian thiết lập. DSDV sử dụng cả bảng cập nhật định kỳ theo sự kiện. Ứng với khoảng thời gian nhất định, mỗi nút sẽ gửi quảng bá cho các nút hàng xóm của nó số tuần tự hiện tại của nó để các nút khác cập nhật định tuyến.

Bảng cập nhật định tuyến có dạng sau:

Sau khi nhận dữ liệu cập nhật, các nút hàng xóm sẽ sử dụng thông tin này để tính toán các tuyến rồi cập nhật vào bảng định tuyến của mình nhờ các phương pháp lặp vecter khoảng cách.

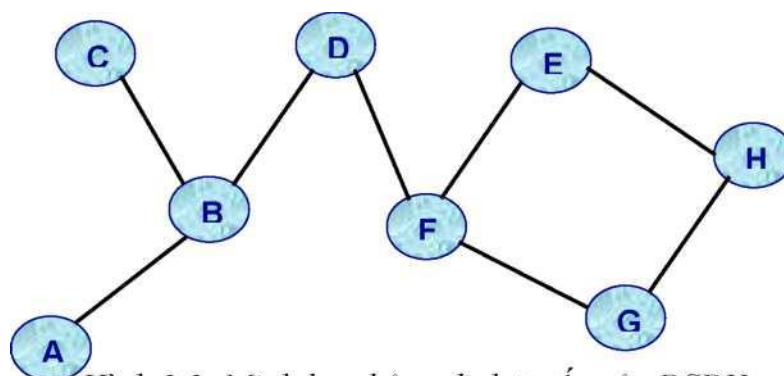
Hơn nữa khi cập nhật định kỳ, DSDV cũng sử dụng cập nhật sự kiện cho tất cả các liên kết thay đổi như liên kết bị hỏng, nút di chuyển, .... Cập nhật sự kiện này đảm bảo cho việc phát hiện ra những thay đổi của đường truyền hay tôpô mạng.

Nếu một nút có nhiều tuyến có thể đi tới đích thì nút đó sẽ lựa chọn đường dẫn hợp lý nhất tới đích, điều này đảm bảo cho sử dụng hiệu quả các thông tin định tuyến mới nhất trong bảng định tuyến (chọn tuyến có đường truyền ngắn nhất).

DSDV sử dụng hai loại thông điệp cập nhật chính để nâng cao hiệu suất hoạt động cho mạng đó là thông điệp cập nhật đầy đủ (Full Update) và cập nhật định kỳ (Incremental Update). Thông điệp cập nhật đầy đủ là sự chuyển giao toàn bộ bảng định tuyến của một nút hiện có cho các nút hàng xóm, thông điệp này chỉ được gửi đi khi tậpô mạng có thay đổi. Ngược lại thì thông tin cập nhật định kỳ sẽ được gửi thường xuyên hơn (timeout) tới các nút trong mạng để xác nhận lẫn nhau. Nếu một nút không có thông tin định kỳ thì nó sẽ được tăng số tuần tự đích của nút này lên 1 và đặt số các chặng để tới đích (metric) = ro.

Khi thông tin cập nhật tuyến được gửi đi, các nút sẽ chọn tuyến có số tuần tự đích cao hơn để cập nhật vào bảng định tuyến của mình (để đảm bảo rằng thông tin đó được dùng mới nhất) và nếu có nhiều tuyến có số tuần tự bằng nhau thì chọn tuyến có số chặng tốt hơn để cập nhật.

Để tránh lặp tuyến, DSDV sử dụng số thứ tự gắn với mỗi đường, số thứ tự này xác định độ mới của tuyến đường, để các nút mạng di động có thể phân biệt được các tuyến đường mới và các tuyến đường cũ thì số thứ tự của mỗi tuyến đường sẽ được tăng lên 1 mỗi khi có một tuyến đường mới được phát quảng bá. Đường có số thứ tự cao hơn được xem là tốt hơn, nếu hai đường có cùng số thứ tự thì đường nào có số chặng ít hơn sẽ được sử dụng và khi có một liên kết bị hỏng, (nút mạng không nhận được các quảng bá định kì) thì trong lần quảng bá sau, nút mạng phát hiện ra liên kết hỏng sẽ phát quảng bá đường tới đích có số chặng là vô cùng và tăng thứ tự đường Ví dụ:



Hình 3.3: Minh họa bảng định tuyến của DSDV

Destination	Next hop	Metric	Seq. Nr	Install Time	Stable Data
A	B	2	S406_A	T001_D	Ptr1_A
B	B	1	S218_B	T001_D	Ptr1_B
C	B	2	S564_C	T001_D	Ptr1_C
D	D	0	S710_D	T001_D	Ptr1_D
E	F	2	S392_E	T002_D	Ptr1_E
F	F	1	S076_F	T001_D	Ptr1_F
G	F	2	S128_G	T002_D	Ptr1_G
H	F	3	S050_H	T002_D	Ptr1_H

Sequence number: số thứ tự của quảng cáo cuối cùng tới nút mạng

Install Time: là thời gian đường được cài đặt lần đầu tiên

Stable Data: thời gian tồn tại của các đường

Destination: trường địa chỉ nút mạng đích

Metric: số các chặng để tới đích

Sequence Number: Số tuần tự đích

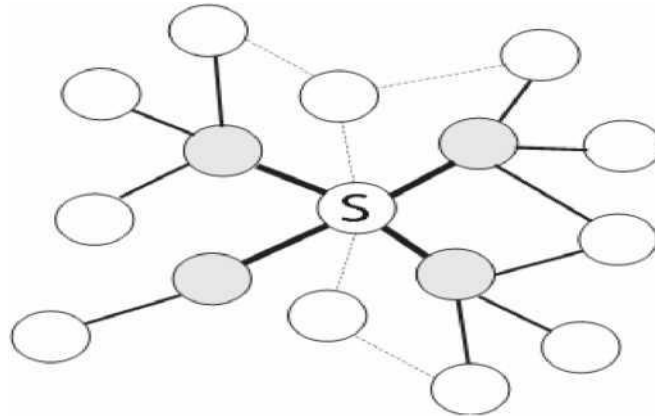
Các thông tin khác (VD: địa chỉ phần cứng, )

### 3.3 Định tuyến theo trạng thái đường liên kết tối ưu

Giao thức định tuyến trạng thái đường liên kết tối ưu(OLSR) là sự biến đổi của định tuyến trạng thái đường liên kết truyền thống, nó giúp cho quá trình thao tác trong mạng Ad Hoc được cải thiện. Đặc tính nổi bật của OLSR là nó sử dụng bộ chuyển tiếp đa điểm MPRs để hạn chế tràn ngập dung lượng mạng và dung lượng cập nhật trạng thái đường liên kết. Mỗi nút sẽ tính lượng MPRs của nó từ khi thiết lập các hàng xóm. Bộ MPR được lựa chọn khi một nút có nhu cầu gửi quảng bá một tin nhắn, sự truyền tin nhắn bằng việc thiết lập MPR sẽ đảm bảo rằng tin nhắn được nhận bởi mỗi nút có số chặng bằng 2. Kể từ đây trở đi, bất kỳ khi nào có một nút truyền quảng bá đi một thông điệp thì chỉ những nút lân cận trong MPR mới được truyền lại thông điệp đó. Các nút lân cận khác không nằm trong MPR chỉ xử lý thông điệp mà không truyền quảng bá lại nó. Hơn thế nữa, khi thông tin định tuyến trạng thái đường liên kết thay đổi, một nút chỉ liệt kê được những kết nối có nút hàng xóm của nó, các liên kết đó đã được như một

MPR. Điều đó thiết lập các nút hàng xóm giới hạn bởi bộ chọn lọc MPR.

MPR thiết lập cho một nút là tập hợp các nút hàng xóm của nó bao gồm các nút có số chặng truyền hai bước kế tiếp của nút đó.



*Hình 3.4: Bộ chuyển tiếp đa điểm*

Các nút sẽ biết được các hàng xóm hai chặng của nó thông qua việc trao đổi định kỳ các tin nhắn Hello, tin nhắn Hello chứa đựng các hàng xóm của nó. Kết hợp với mỗi nút hàng xóm là một dấu hiệu chỉ định hướng liên kết đến lân cận đó. Nút đó được gán nhãn đối xứng nếu liên kết tới nút bên cạnh là hai chiều, hoặc gán nhãn không đối xứng nếu nhận được tin nhắn Hello từ nút có liên kết không được xác nhận là hai chiều. Khi một nút nhận được tin nhắn Hello từ các nút hàng xóm của nó, nó sẽ biết được thông tin về các nút hàng xóm cách hai chặng trong cùng một thời điểm. Thêm vào đó nếu địa chỉ của các nút đó được liệt kê trong tin nhắn Hello nó sẽ biết đường liên kết với nút lân cận đó là hai chiều. Sau đó nó có thể cập nhật trạng thái của nút lân cận kia để đối xứng.

Bộ chuyển tiếp đa điểm MPR có thể được tính theo thuật toán chọn MPR. Mỗi nút bắt đầu bằng một bộ MPR trống. Tập  $N$  được định nghĩa là tập hợp các nút hàng xóm một chặng mà ở đó tồn tại các liên kết hai chiều, tập  $N_2$  là tập hợp các nút hàng xóm hai chặng hai chiều. Các nút đầu tiên đó được lựa chọn cho tập MPR là những nút chứa trong  $N$ , chúng chỉ là những nút lân cận của một số nút trong  $N_2$ . Thêm nữa cấp của mỗi nút  $n$  trong  $N$  được tính toán

không nằm trong bộ MPR, cấp này là số các nút trong N2 mà n chứa nhưng không thuộc bộ MPR. Miễn là vẫn có những nút trong N2 mà không bao gồm toàn bộ những nút thuộc bộ MPR, nút trong N đó ở mức cao nhất chứa trong bộ MPR. Nếu tất cả các nút trong N2 thuộc MPR hết thì toàn mạng đã có đủ MPRs và thuật toán dừng.

Khi bộ MPR của mỗi nút được lựa chọn, các đường định tuyến trong mạng có thể sẽ được xác định. Do OLSR là giao thức định tuyến theo bảng lên mỗi nút luôn duy trì đường truyền tới các nút khác trong mạng. Với những thông tin về đồ hình truyền quảng bá, các nút sẽ định kỳ trao đổi tin nhắn điều khiển đồ hình TC với các nút hàng xóm của nó. Tin nhắn TC được các nút ghi nhận sẽ liệt kê tập hợp các nút hàng xóm lựa chọn để gửi như một MPR. Điều này được gọi là *bộ chọn lọc chuyển tiếp đa điểm MPRs* của mỗi nút. Chỉ có tập các nút này mới được truyền thông báo trong mạng. Khi một nút nhận tin nhắn TC từ các nút khác trong mạng, nó có thể tạo ra hoặc thay đổi toàn bộ tuyến đường đến mỗi nút trong mạng bằng cách sử dụng thuật toán định tuyến đường đi ngắn nhất, như sự biến đổi trong thuật toán của Dijkstra.

### **3.4 Ad Hoc On-Demand Distance Vector**

Giao thức định tuyến AODV cung cấp một tuyến đường dựa theo yêu cầu khám phá tuyến trong mạng Ad Hoc di động. Việc tìm ra tuyến đường dựa vào quá trình khám phá ra một đường mới với việc gửi quảng bá tin hiệu truyền đi và gửi unicast thông tin trả lời tìm đường tìm thấy. Giống như DSDV, AODV cũng sử dụng số tuần tự trong tin nhắn để tránh lặp vòng vô tận và đảm bảo lựa chọn đường định tuyến mới nhất. Các nút AODV duy trì bảng định tuyến trong, bảng này chứa thông tin định tuyến của các nút ở chặng kế tiếp cho các nút đích được lưu trữ. Mỗi điểm vào bảng định tuyến có một giá trị thời gian sống cụ thể. Nếu một tuyến đường không còn nằm trong khoảng thời gian sống thì tuyến đường đó sẽ bị xóa bỏ. Tuy nhiên khi một tuyến đường còn trong giai đoạn được sử dụng nó sẽ được cập nhật định kỳ để tuyến đường đó không bị xóa sớm.

Khi một nút nguồn có một vài gói dữ liệu muốn gửi đến đích, đầu tiên nó sẽ kiểm tra trong bảng định tuyến của nó để xem đã có tuyến đường tới đích hay không. Nếu có một tuyến đường như vậy nó có thể sử dụng tuyến đường đó để truyền dữ liệu. Ngược lại, nó phải khởi tạo một thủ tục khám phá tuyến đường mới. Để bắt đầu quá trình khám phá tuyến đường mới, nút nguồn sẽ tạo ra một gói tin yêu cầu định tuyến (RREQ). Trong gói (RREQ) này có chứa địa chỉ IP của nút đích, số tuần tự cuối cùng của nút đích, địa chỉ IP của nút nguồn và số trình tự hiện tại. RREQ cũng chứa số bước truyền giá trị khởi tạo ban đầu bằng 0 và một định danh RREQ. Định danh RREQ của mỗi nút, số đếm tăng dần đều mỗi khi nút đó bắt đầu một RREQ mới. Theo cách này thì địa chỉ IP nguồn cùng với định danh RREQ duy nhất nhận ra một RREQ và có thể được sử dụng để phát hiện ra những bản sao trùng lặp. Sau khi tạo ra tin nhắn này nút nguồn sẽ gửi quảng bá RREQ tới nút hàng xóm của nó.

Khi một nút hàng xóm nhận được một RREQ, đầu tiên nó tạo ra một tuyến đường đảo ngược tới nút nguồn tính từ nút nhận được RREQ ở các nút kế tiếp nút nguồn và bộ đếm bước nhảy trong RREQ được tăng lên 1 để ghi nhận bước nhảy tới nút nguồn. Các nút sau đó sẽ kiểm tra xem có hay không tuyến đường tới đích. Nếu không tồn tại một tuyến đường truyền tới đích, nó sẽ truyền lại quảng bá RREQ, bằng cách tăng giá trị bước nhảy cho các nút kế tiếp của nó. Theo cách này, RREP sẽ tiếp tục được tìm kiếm phát tràn trong mạng để tới được nút đích.

Khi một nút nhận được một RREQ nó kiểm tra xem có tồn tại một đường truyền còn hiệu lực tới đích không. Nếu không còn một tuyến đường như vậy thì một đường truyền khác phải giữ cho nút đó tạo ra một dữ liệu phản hồi chỉ định đường truyền. Điềm vào trong bảng định tuyến của nút chỉ định cho nút đích phải có một số tuần tự phù hợp, nó ít nhất cũng phải bằng số tuần tự đích trong tuyến yêu cầu, đó là:

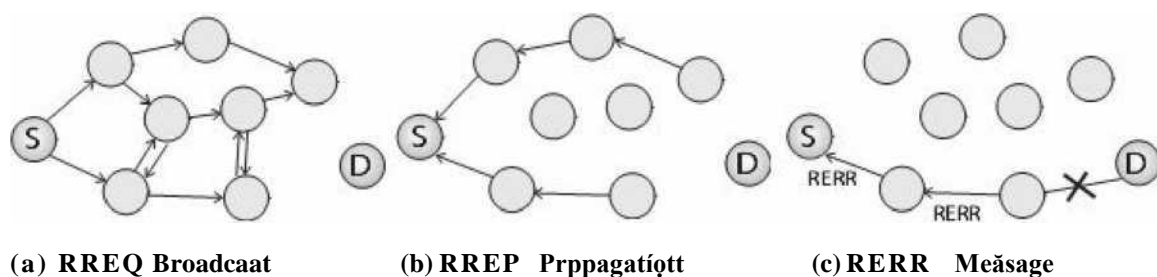
$$dseqrt \geq dseqRREQ$$

Khi điều kiện này được giữ, điềm vào bảng định tuyến của nút tới đích ít nhất cũng gần như tuyến đường cuối cùng của nút nguồn tới đích. Điều kiện



này đảm bảo rằng đường truyền mới nhất được lựa chọn, và cũng đảm bảo không bị lặp vòng. Khi điều kiện này được đáp ứng nút đó có thể tạo ra tin nhắn trả lời (RREP). RREP có chứa địa chỉ IP của nút nguồn, địa chỉ IP của nút đích và số tuần tự của nút đích như được ghi nhận trong điểm vào bảng định tuyến cho nút đích. Thêm nữa trường đếm bước nhảy trong RREP được đặt ngang bằng với khoảng cách từ nút đó tới đích. Nếu bản thân nút đích tạo ra RREP thì bộ đếm bước truyền được thiết lập về 0. Sau khi tạo ra hồi đáp nút đó truyền dữ liệu tới bước truyền tiếp theo ngược về tới nút nguồn. Do đó đường truyền đảo ngược đã được tạo ra bởi RREQ gửi tiếp được sử dụng để truyền RREP ngược lại nút nguồn.

Khi bước truyền kế tiếp nhận được RREP, đầu tiên nó tạo ra điểm vào tuyến đường truyền tiếp tới cho nút đích. Nó sử dụng nút nhận được RREP khi có bước truyền tiếp theo về đích. Bộ đếm bước truyền cho đường truyền đó là bộ đếm bước truyền trong RREP tăng lên 1. Điểm vào tuyến đường tới cho nút đích này sẽ được sử dụng nếu nguồn lựa chọn con đường này cho việc chuyển gói dữ liệu tới đích. Khi mà nút tạo ra điểm vào tuyến chuyển tiếp, nó gửi RREP tới nút đích, theo cách đó RREP được gửi theo chặng tới nút nguồn. (hình 3.5 b)



Hình 3.5: AODV Khám phá và duy trì tuyến

Ngay khi nút nguồn nhận được RREP nó có thể sử dụng tuyến đường đó để truyền các gói dữ liệu. Nếu nút nguồn nhận được nhiều hơn một RREP nó sẽ lựa chọn tuyến đường truyền có số trình tự lớn nhất và số chặng nhỏ nhất.

Khi một tuyến đường truyền được thiết lập nó phải được bảo trì và chừng nào nó còn được sử dụng. Một tuyến đường mới được sử dụng cho truyền các gói dữ liệu được gọi là tuyến đường truyền hoạt động, chủ động. Tại vì sự

di động của các nút, lên các liên kết theo tuyến đường truyền qua nút đó rất có thể bị gãy. Những liên kết hỏng sẽ không được sử dụng để truyền các gói dữ liệu thì không cần phải sửa chữa, tuy nhiên những đứt gãy trong đường hoạt động phải được sửa chữa nhanh chóng cốt để các gói dữ liệu không bị mất. Khi xảy ra liên kết hỏng dọc theo tuyến đang truyền dữ liệu (tuyến đường truyền hoạt động) thì nút ngược với nút liên kết bị gãy sẽ mất hiệu lực tới mỗi bảng định tuyến của mỗi nút đích. Sau đó nó tạo ra một gói dữ liệu định tuyến lỗi (RERR). Trong gói dữ liệu này nó sẽ liệt kê tất cả các đích mà không thể tới được do mất liên kết. Sau khi tạo ra một tin nhắn RERR nó sẽ gửi tin nhắn này tới các nút ngược hướng mà có sử dụng đường liên kết này. Lần lượt các nút này làm mất hiệu lực của các đường bị gãy liên kết và gửi những dữ liệu báo lỗi RERR tới những nút hàng xóm ngược chiều mà đang sử dụng liên kết này. Do đó tin nhắn RERR đi ngang qua đường truyền đảo ngược tới nút nguồn như đã minh họa trong hình 3.5c. Ngay khi nút nguồn nhận được dữ liệu báo lỗi RERR nó có thể sửa đường truyền nếu đường truyền đó vẫn còn hữu dụng. AODV bao gồm những đặc điểm tối ưu và các tùy chọn để nâng cao hiệu năng hoạt động và giảm tràn ngập mạng, các nút nguồn có thể sử dụng tìm kiếm mở rộng khoanh vùng các tuyến tới đích. Tin nhắn truyền RREQ được điều khiển bằng cách thay đổi trường TTL trong gói. Các vùng rộng lớn hơn trong mạng được tìm kiếm cho tới khi phát hiện ra đường truyền tới đích. Nếu tìm được một đường truyền tới đích trong phạm vi mạng thì có thể tránh được việc phát tràn dữ liệu trong mạng.

Một khả năng khác là sửa chữa liên kết hỏng trong tuyến đường hoạt động, khi xảy ra liên kết hỏng, thay vì gửi đi RERR tới nút nguồn thì nút nút ngược chiều có thể tự sửa chữa liên kết đó. Nếu thành công gói dữ liệu bị mất sẽ ít đi do đường truyền đã được sửa nhanh chóng. Nếu không thành công nó sẽ gửi một tin nhắn RERR tới nút nguồn như đã mô tả ở trên.

Thêm nữa là những tính năng tối ưu này, AODV còn có những tính năng tùy chọn làm tăng khả năng các thao tác trong các kịch bản rộng lớn. Ví dụ, trong suốt quá trình khám phá tuyến đường nếu các nút trung gian đáp lại mà

nút đích không nhận được một bản sao RREQ nào thì đích sẽ không cần có tuyến đường truyền tới nguồn. Nếu quá trình trao đổi giữa nút đích với nguồn thì việc thiếu tuyến đường từ đích tới nguồn sẽ khó giải quyết. Kể từ đây AODV định nghĩa một RREP vu vơ mà nó có thể được gửi tới nút đích khi một RREP được tạo ra ở nút trung gian. RREP ngẫu nhiên này thông báo cho đích biết về tuyến đường truyền tới nguồn cũng như nút đích đã thực hiện khám phá ra một tuyến. Một đặc tính khác là tin báo mật RREP (RREP - ACK). Khi nghi ngờ là liên kết một chiều RREP - ACK có thể được sử dụng để đảm bảo bước truyền tiếp theo nhận được RREP. Nếu không nhận được RREP - ACK thì các danh sách có thể được sử dụng để chỉ ra những liên kết một chiều để các liên kết này không được sử dụng trong những tuyến khám phá tiếp theo. Thêm vào đó, AODV cho phép gửi định kỳ tin nhắn Hello để điều khiển kết nối tới các nút hàng xóm.

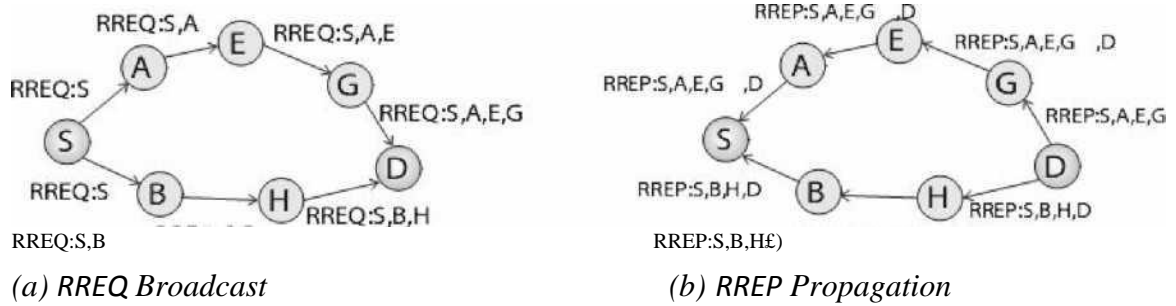
### **3.5 Định tuyến nguồn động**

Giao thức định tuyến nguồn động(DSR) tương tự như AODV nó là giao thức định tuyến theo nhu cầu với việc khám phá tìm tuyến đường. Tuy nhiên nó có vài chỗ khác cơ bản. Một trong những điểm tiêu biểu của DSR là một giao thức định tuyến nguồn, thay vì truyền theo chặng, các gói dữ liệu chứa đựng các tuyến nguồn nhất định mà nó chỉ ra mỗi nút dọc theo đường truyền tới đích. Gói yêu cầu tuyến (RREQ) và tín hiệu truyền phản hồi (RREP) sẽ gom lại các tuyến nguồn để khi mỗi tuyến đường được khám phá, nút nguồn nhận biết được toàn bộ tuyến nguồn và có thể tồn tại tuyến đường đó trong các gói dữ liệu. Hình 3.6 chỉ ra quá trình khám phá tuyến. Nút nguồn đặt địa chỉ IP đích cũng như địa chỉ IP của nó vào gói tin RREQ và sau đó truyền quảng bá tới các nút hàng xóm. Khi các nút hàng xóm này nhận được tin nhắn chúng cập nhật tuyến đường của chúng tới nguồn và sau đó nối thêm địa chỉ IP của chúng vào RREQ. Do vậy thông lượng RREQ truyền trong mạng, đường truyền ngang được gom lại trong tin nhắn. Khi các nút trung gian nhận được RREQ chúng có thể tạo ra hoặc cập nhật bảng định tuyến cho từng nút trong nút nguồn, chứ không chỉ riêng nút nguồn.

Khi một nút trên đường định tuyến tới đích nhận được RREQ nó sẽ trả lời bằng việc tạo ra một RREP. Nếu nó là nút đích thì nó đặt nút nguồn đã được gom RREQ vào trong RREP. Ngược lại nếu nút đó là nút trung gian thì nó nối đường định tuyến nguồn tới đích để gom tuyến trong RREQ với tuyến mới trong RREP. Kể từ đây trong mỗi kịch bản tin nhắn có chứa đựng đầy đủ tuyến giữa nguồn và đích. Tuyến nguồn trong RREP được đảo ngược và RREP được gửi tới nút nguồn. Khi các nút trung gian nhận và xử lý RREP chúng có thể tạo ra hoặc cập nhật bảng dữ liệu định tuyến cho từng nút dọc theo tuyến nguồn. Hình 3.6b chỉ ra quá trình truyền hai RREP trở lại nguồn. Khi trên đường truyền được thiết lập xảy ra liên kết hỏng thì nút ngược chiều với liên kết hỏng tạo ra một tin nhắn định tuyến lỗi (RERR) và gửi nó về nút nguồn.

Thay vì bảo trì bảng định tuyến để theo dõi thông tin định tuyến, DSR sử dụng một (route cache) bộ nhớ tuyến. Bộ nhớ tuyến này cho phép lưu trữ nhiều đường dữ liệu định tuyến tới đích, theo cách đó có thể tạo ra nhiều tuyến đường khác nhau. Khi một tuyến đường tới đích bị hỏng thì nguồn có thể sử dụng các tuyến đường thay thế từ bộ nhớ tuyến, nếu có tuyến đường này thì không phải tìm đường truyền mới nữa. Tương tự như vậy khi xảy ra liên kết hỏng trong tuyến thì các nút ngược chiều với liên kết hỏng có thể tiến hành cứu vớt tuyến đường, theo cách này nó sử dụng các tuyến khác nhau từ bộ nhớ tuyến của nó, nếu có thì sẽ sửa tuyến. Tuy nhiên khi tuyến đường được cứu vớt một tin nhắn RERR vẫn được gửi về nguồn để thông báo kết nối hỏng.

Những đặc điểm để phân biệt DSR với các giao thức định tuyến theo yêu cầu khác nữa là nhược điểm của bộ nhớ lưu trữ tuyến mà DSR không có thời gian sống. Khi một tuyến đường được thay thế trong bộ nhớ tuyến, nó có thể vẫn ở đấy mãi cho đến khi bị hỏng. Tuy nhiên, mật mạng, dung lượng hạn chế, và các chính sách thay đổi bộ nhớ tuyến được chỉ ra để cải thiện hiệu năng của DSR.



Hình 3.6: DSR quá trình khám phá tuyến

Thêm nữa các nút DSR có lựa chọn lắng nghe ngẫu nhiên lên các nút đó có thể nhận, xử lý dữ liệu và điều khiển các gói mà không có địa chỉ ở tầng MAC của chúng. Qua cơ chế lắng nghe ngẫu nhiên, các nút có thể sử dụng các tuyến nguồn mang theo cả tin nhắn điều khiển DSR và các gói dữ liệu để nhận được các thông tin định tuyến cho các đích khác trong mạng. Cuối cùng, để giảm tràn ngập mạng vì phải truyền đi những gói dữ liệu định tuyến nguồn, DSR cũng cho phép các trạng thái chảy tràn để thiết lập trong các nút trung gian. Các trạng thái chảy tràn cho phép gửi theo chặng với tuyến điều khiển nguồn cơ bản cung cấp theo từng đường truyền nguồn giống nhau được theo dõi miễn là nó thuộc định tuyến nguồn.

### 3.6 Giao thức định tuyến vùng

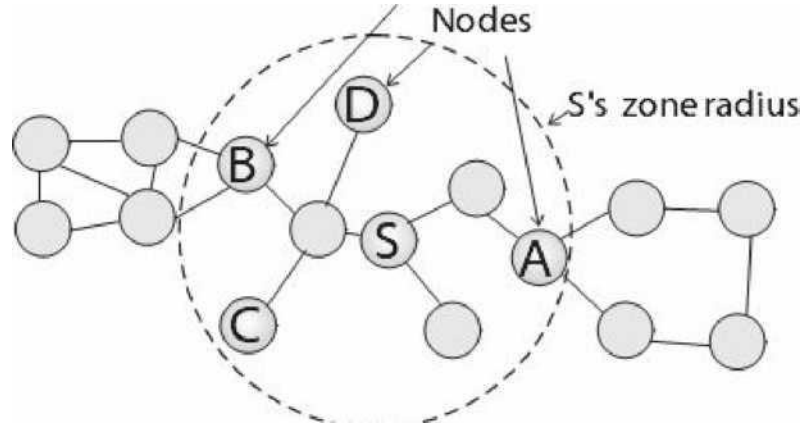
Giao thức định tuyến vùng (ZRP) tích hợp tất cả các thành phần của định tuyến theo bảng và định tuyến theo yêu cầu. Ở xung quanh mỗi nút, ZRP định nghĩa một vùng mà phạm vi của nó được tính bằng bán kính bước truyền. Mỗi nút sử dụng định tuyến theo bảng trong vùng đó và định tuyến theo yêu cầu bên ngoài vùng. Do vậy nút đó được tất cả những nút khác trong vùng nhận biết. Khi nút này có các gói dữ liệu để gửi tới đích cụ thể, nó kiểm tra trong bảng định tuyến để xác định tuyến đường truyền. Nếu nút đích nằm trong vùng này thì sẽ tồn tại một tuyến đường truyền trong bảng định tuyến. Ngược lại, nếu nút đích không nằm trong vùng, một tìm kiếm tuyến đường sẽ cần đến. Hình 3.7 mô tả khái niệm vùng. Trong hình bán kính vùng là hai bước truyền.

Định tuyến trong vùng, ZRP định nghĩa giao thức định tuyến trong

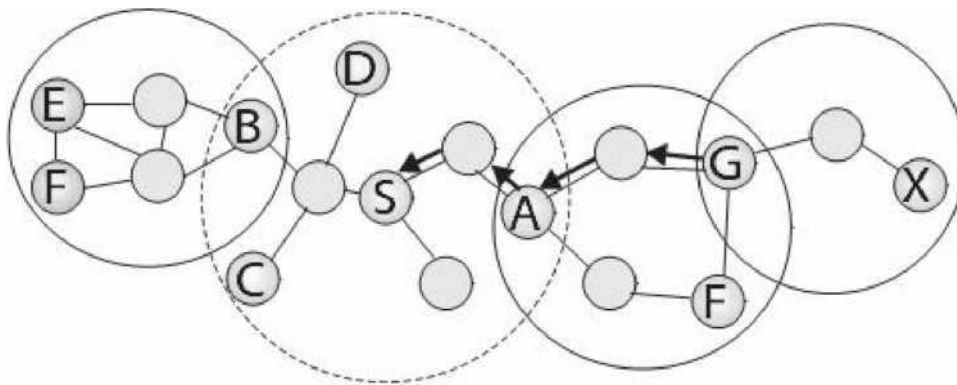
vùng IARP. IARP là một giao thức trạng thái đường liên kết nó cập nhật thông tin mới nhất về tất cả các nút trong vùng này. Các nút X, các nút ngoại vi của nút X được định nghĩa là những nút có khoảng cách ngắn nhất tới X nằm trong phạm vi bán kính vùng. Trong hình 3.7 các nút ngoại vi của S là A, B, C và D. Những nút ngoại vi này rất quan trọng cho việc khám phá ra những tuyến mới bằng định tuyến theo yêu cầu. ZRP sử dụng giao thức định tuyến IERP để khám phá tuyến tới các nút đích nằm bên ngoài vùng.

Để khám phá tuyến ý tưởng (*bordercasting: ném ra biên*) được đưa ra là: một nút nguồn xác định nút đích không nằm trong vùng, nút nguồn gửi một tin nhắn truy vấn tới các nút ngoại vi. Trong khi *ném ra biên*, tin nhắn truy vấn được chuyển tiếp đến các nút ngoại vi sử dụng cấu trúc cây bên trong đồ hình. Sau khi nhận được tin nhắn, các nút ngoại vi này sẽ lần lượt kiểm tra xem nút đích có nằm trong vùng của chúng không. Nếu nút đích không thuộc vùng của chúng thì các nút này tiến hành truyền ngoại vi tin nhắn truy vấn tới các nút ngoại vi kế tiếp của chúng. Quá trình này tiếp diễn cho tới khi có nút ngoại vi tìm thấy nút được đích nằm trong vùng của nó hoặc sau khi tìm hết toàn mạng. Nếu một nút phát hiện ra nút đích, nó sẽ truyền một tin nhắn trả lời tới nút nguồn.

Hình 3.7 minh họa thủ tục khám phá tuyến truyền ngoại vi. Trong hình nút S truyền một truy vấn yêu cầu tới nút đích X. Bằng các sử dụng giao thức IARP nó biết rằng nút X không nằm trong vùng phạm vi. Nó gửi tin nhắn truy vấn tới các nút ngoại vi.



Hình 3.7: ZRP bán kính vùng



Hình 3.8: Ví dụ khám phá đường đi ZRP

Trong sơ đồ trên những hình tròn có chấm thể hiện phạm vi của vùng S. Các nút ngoại vi lần lượt kiểm tra vùng của chúng và sau đó khi không tìm thấy nút đích chúng gửi tin nhắn truy vấn tới các nút ngoại vi của chúng. Các hình tròn đặc trong hình thể hiện quá trình truyền các yêu cầu, tin nhắn truy vấn tới các nút ngoại vi ( ví dụ các đường tròn đứt quãng là những nút nhận được truy vấn yêu cầu). Do vậy, chỉ có vùng thuộc vùng phạm vi của mỗi nút trước đó chưa có dữ liệu yêu cầu truyền đến thì được thể hiện. Cuối cùng thì nút G tìm được nút X nằm trong vùng phạm vi của nó, và sau đó truyền một hồi đáp về nút S.

Để tăng hiệu quả của truy vấn yêu cầu, một độ trễ xử lý truy vấn ngẫu nhiên có thể được sử dụng như một thiết bị điều khiển truy vấn hiệu quả. Trong khoảng thời gian chờ đợi giữa bên gửi và nhận, cơ hội xảy ra xung đột khi truyền sẽ giảm đi và do đó hiệu quả của giao thức được nâng cao. Thên

vào đó, ZRP định nghĩa các tối ưu khác để giảm tin nhắn và xử lý tràn ngập. Đặc biệt, nó còn bao gồm sự kết thúc sớm của các truy vấn bằng cách ngăn chặn truy vấn lan truyền bên trong vùng đã sẵn sàng đến đích.

Gần đây đã xuất hiện một phiên bản mới của ZRP là ZRPv2. ZRPv2 hơi khác với nguyên bản gốc ZRP chủ yếu trong cách truyền ngoại vi. Trong cả hai phiên bản này, các tuyến đường khám phá đều bắt đầu với cấu trúc cây truyền ngoại vi của một nút nguồn tới những nút ngoại vi bao phủ kín chúng. Một nút ngoại vi mở là nút nó không thuộc phạm vi, vùng định tuyến của nút đã từng nhận được truy vấn. Nút này sau đó sẽ gửi tin nhắn truy vấn tới các cây ngoại vi kế tiếp của nó. Khi những cây này nhận được tin nhắn truy vấn, thay vì gửi truy vấn yêu cầu xuôi theo các nút ngoại vi của nút nguồn (như trong nguyên bản ZRP) thì chúng lại tạo ra những cây truyền ngoại vi tới các nút ngoại vi mở của riêng chúng và gửi truy vấn định tuyến tới các cây ngoại vi kế tiếp của nó. Mỗi nút khi nhận được truy vấn tuyến, sẽ tiếp tục quá trình như trên cho đến đích hoặc nút đó thực hiện làm tươi đường tới đích. Ở mỗi điểm tuyến trả lời một nút sẽ truyền đơn hướng hồi đáp về nguồn.

Quá trình truyền ngoại vi dựa trên nền tảng truyền lan theo chặng do vậy mà đơn giản, dễ triển. Và cũng hạn chế việc mở rộng vùng định tuyến.

### **3.7 Các ưu, nhược điểm của các giao thức định tuyến trong mạng Ad Hoc**

#### **3.7.1 Ưu điểm**

- Cho phép người dùng có thể dễ dàng truy xuất tài nguyên từ bất cứ nơi đâu trong vùng phủ sóng mạng
- Khả năng linh động của mạng không dây được thể hiện rõ nhất ở việc người dùng không còn bị ràng buộc bởi dây cáp mà có thể truy cập mạng ở bất cứ nơi đâu, ví dụ điển hình có thể nói tới là các quán cà phê wifi, nơi người sử dụng có thể truy cập mạng một cách miễn phí.
- Người dùng có thể dễ dàng duy trì kết nối mạng khi di chuyển từ nơi này đến nơi khác
- Không giống như mạng có dây truyền thống, để thiết lập mạng chúng ta cần có những tính toán cụ thể cho từng mô hình rất phức tạp thì với



mạng không dây, chỉ cần các thiết bị tuân theo một chuẩn nhất định và một điểm truy cập, hệ thống mạng đã có thể hoạt động bình thường.

### **3.7.2 Nhược điểm**

- Vấn đề an toàn và bảo mật dữ liệu trong mạng không dây. Do truyền thông trong mạng không dây là truyền thông trong một môi trường truyền lan phủ sóng cho nên việc truy cập tài nguyên mạng trái phép là điều khó tránh khỏi. So với mạng có dây thì tính bảo mật của mạng không dây là kém hơn.

- Chất lượng dịch vụ của mạng không dây kém hơn so với mạng có dây vì mạng không dây có tốc độ chậm hơn ,độ trễ cao hơn, tỉ lệ lỗi cũng nhiều hơn .

- Vấn đề chi phí cho các thiết bị của mạng không dây có giá thành cao hơn khá nhiều so với các thiết bị mạng có dây, điều này là một trở ngại cho sự phát triển của mạng không dây.

- Các mạng không dây chỉ hoạt động trong phạm vi nhất định. Nếu ra khỏi phạm vi phát sóng của mạng thì chúng ta không thể kết nối mạng.

## Kết Luận

Mạng vô tuyến Ad Hoc là mạng mà các nút mạng được tổ chức một cách ngang hàng với nhau, nghĩa là trong mạng không có máy chủ, không có bộ định tuyến lên các nút mạng vừa là máy chủ, vừa là máy khách, lại vừa là bộ định tuyến, hơn nữa các nút trong mạng cần có tính tự tổ chức, tự thích ứng khi trạng thái, đồ hình mạng thay đổi như sự gia nhập mạng của nút mới, quá trình ngắt bỏ kết nối,... Hơn nữa do đặc thù của mạng Ad Hoc các nút chủ yếu sử dụng năng lượng pin để duy trì quá trình hoạt động trong mạng do vậy sử dụng giao thức định tuyến nào để hệ thống ít tốn năng lượng hoạt động hiệu quả là vấn đề cần được quan tâm.

Đề tài "*Nghiên cứu mạng di động Ad Hoc vô tuyến*" trình bày các vấn đề cơ bản về mạng vô tuyến có cơ sở hạ tầng, mạng vô tuyến không có cơ sở hạ tầng Ad Hoc; các giao thức định tuyến dùng trong mạng vô tuyến Ad Hoc, với bốn giao thức định tuyến thông dụng là OLSR, AODV, DSR và DSDV, đây là các giao thức định tuyến thông dụng được dùng trong mạng vô tuyến Ad Hoc đặc trưng cho hai phương pháp định tuyến là giao thức định tuyến điều khiển theo bảng ghi, giao thức định tuyến theo yêu cầu khởi phát từ nguồn và định tuyến lai ghép.

Mạng vô tuyến Ad Hoc hiện nay còn rất nhiều thách thức về mặt công nghệ cần được giải quyết, trong đó vấn đề định tuyến đường đi cho các gói tin truyền trong mạng là vấn đề quan trọng và cơ bản nhất vì nó có ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu năng hoạt động của mạng vô tuyến Ad Hoc.