**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

---

**NGUYỄN ĐỨC TRỌNG**

# GIẢI PHÁP MỞ RỘNG DUNG LƯỢNG MẠNG WLAN TRÊN CHUẨN IEEE 802.11

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

***(Theo định hướng ứng dụng)***

HÀ NỘI - 2019

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

---

**NGUYỄN ĐỨC TRỌNG**

# GIẢI PHÁP MỞ RỘNG DUNG LƯỢNG MẠNG WLAN TRÊN CHUẨN IEEE 802.11

**Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông**
**Mã số: 8.52.02.08**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**
***(Theo định hướng ứng dụng)***

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:
TS. HOÀNG TRỌNG MINH

HÀ NỘI - 2019

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi và dưới sự hướng dẫn của TS. Hoàng Trọng Minh. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận văn

**NGUYỄN ĐỨC TRỌNG**

# LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, học viên xin gửi lời cảm ơn chân thành đến tất cả các thầy cô trong khoa Quốc tế và Sau đại học - Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông đã luôn nhiệt tình hướng dẫn, truyền đạt kiến thức trong suốt thời gian học tập tại trường, là nền tảng giúp học viên có thể thực hiện luận văn tốt nghiệp này.

Học viên xin chân thành cảm ơn TS. Hoàng Trọng Minh, công tác tại Khoa viễn thông 1 - Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, đã tận tình hướng dẫn học viên hoàn thành luận văn này.

Học viên xin chân thành cảm ơn các bạn bè đã sát cánh giúp học viên có được những kết quả như ngày hôm nay.

Đề tài nghiên cứu của luận văn có nội dung bao phủ rộng. Tuy nhiên, thời gian nghiên cứu còn hạn hẹp. Vì vậy, luận văn có thể có những thiếu sót. Học viên rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô và các bạn.

Xin chân thành cảm ơn!

Tác giả luận văn

**NGUYỄN ĐỨC TRỌNG**

# MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN ..... iii
LỜI CẢM ƠN ..... ii
MỤC LỤC ..... iii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT ..... v
DANH MỤC CÁC BẢNG ..... vi
MỞ ĐẦU ..... 1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN HỆ THỐNG MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY WLAN ..... 4
1.1. Giới thiệu tổng quan mạng cục bộ ..... 4
1.2. Các tiêu chuẩn kỹ thuật của WLAN ..... 7
*1.2.1. Các chế độ hoạt động mạng WiFi chuẩn 802.11 ..... 8*
*1.2.2. Các chuẩn mạng 802.11 phổ biến ..... 9*
1.3. Các ứng dụng của WLAN ..... 11
1.4. Các thách thức và giải pháp ..... 13
1.5. Kết luận chương ..... 15
CHƯƠNG 2: CÁC TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT LỚP MAC CỦA WLAN ..... 16
2.1. Các kỹ thuật lớp MAC ..... 16
2.2. Chức năng phối hợp phân tán (DCF) ..... 16
2.3. Chức năng phối hợp điểm (PCF) ..... 17
2.4. Các kiểu khung dữ liệu giao thức lớp MAC ..... 18
2.5. Đặc trưng họ tiêu chuẩn IEEE 802.11 ..... 21
*2.5.1. Mô hình mạng ..... 21*
*2.5.2. Phân chia kênh và tần số ..... 24*
*2.5.3. Kiểu điều chế và tốc độ dữ liệu ..... 25*
*2.5.4. Phương pháp truy nhập kênh ..... 26*
*2.5.5. Yêu cầu tỉ số SNR và độ nhạy thu ..... 28*

*2.5.6. Thông lượng* ..... *29*
2.6. Kết luận chương ..... 30
CHƯƠNG 3: GIẢI PHÁP MỞ RỘNG DUNG LƯỢNG WLAN ..... 30
3.1. Một số lý thuyết liên quan về cell mạng WLAN ..... 31
*3.1.1. Mô hình các cell* ..... *31*
*3.1.2. Nhiễu và dùng lại tần số* ..... *32*
*3.1.3. Mô hình tổn hao đường truyền và cường độ tín hiệu* ..... *34*
*3.1.4. Kích thước cell* ..... *35*
3.2. Các yếu tố hạn chế thông lượng mạng WLAN ..... 39
*3.2.1. Mặt hạn chế của các hệ thống WLAN theo chuẩn IEEE 802.11* ..... *39*
*3.2.2. Yếu tố ảnh hưởng thông lượng mạng WLAN* ..... *41*
3.3. Giải pháp cải thiện dung lượng mạng WLAN ..... 45
*3.3.1. Điều chỉnh ngưỡng CCA* ..... *46*
*3.3.2. Điều chỉnh mức Start of Package (SOP)* ..... *47*
3.4. Mô phỏng đánh giá cải thiện dung lượng khi ứng dụng giải pháp ..... 48
*3.4.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến chia sẻ đồng kênh* ..... *48*
*3.4.2. Đánh giá chia sẻ đồng kênh mở rộng* ..... *53*
*3.4.3. Giảm thiểu chia sẻ đồng kênh sử dụng kỹ thuật "Squelch"* ..... *55*
3.5. Kết luận chương ..... 60
KẾT LUẬN ..... 61
TÀI LIỆU THAM KHẢO ..... 62

# DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT

| Từ viết tắt | Tiếng Anh | Tiếng Việt |
|---|---|---|
| ACK | Acknowledgement | Xác nhận |
| AP | Access Point | Điểm truy nhập |
| AWGN | Additive White Gaussian Noise | Tạp trắng Gauss |
| BSS | Base Service Set | Bộ dịch vụ cơ bản |
| CCA | Clear Channel Accessment | Cơ chế đánh giá kênh rỗi |
| CIR | Carrier Interference Ratio | Tỉ số sóng mang/nhiễu |
| CL | Client | Máy khách |
| CSMA/CA | Carrier-Sense Multiple Access with Collision Avoidance | Đa truy nhập cảm nhận sóng mang có tranh va chạm |
| DCF | Distributed Coordination Function | Chức năng phân phối phân tán |
| DSSS | Direct-Sequence Spread Spectrum | Trải phổ chuỗi trực tiếp |
| ED | Energy Detect | Phát hiện năng lượng |
| ESS | Extended Service Set | Bộ dịch vụ mở rộng |
| FH | Frequency Hop | Nhảy tần |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers | Viện kỹ nghệ điện, điện tử |
| MAC | Media Access Control | Điều khiển truy nhập môi trường |
| OFDM | Orthogonal frequency-division multiplexing | Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao |
| NAV | Network Allocation Vector | Véc tơ chỉ thị mạng |
| PCF | Point Coordination Function | Chức năng phân phối điểm |
| PER | Package Error Rate | Tốc độ lỗi gói |
| RTS/CTS | Request to Send/Clear to Send | Yêu cầu để gửi/Rỗi để gửi |
| SNR | Signal to Noise Ratio | Tỉ số tín/tạp |
| SOP | Start of Package | Ngưỡng cho phép bắt đầu gói |
| TDMA | Time Division Multiple Acces | Đa truy nhập phân chia theo thời gian |
| WLAN | Wireless Local Area Network | Mạng cục bộ không dây |

# DANH MỤC CÁC BẢNG

*Bảng 2. 1. Phân bổ kênh cho các thiết bị WLAN 802.11 802.11b và IEEE 802.11g24*

*Bảng 2. 2. Phân bổ kênh cho các thiết bị WLAN 802.11a .....24*

*Bảng 2. 3. Mã hóa và điều chế tốc độ dữ liệu OFDM .....26*

*Bảng 2. 4. Độ nhạy yêu cầu và độ nhạy thông thường thiết bị IEEE 802.11 .....29*

*Bảng 2. 5. SNR cần thiết, 10% PER và thông lượng cho tốc độ dữ liệu đã cho .....29*

*Bảng 3. 1. Yêu cầu loại bỏ nhiễu lân cận và nhiễu lân cận xen kẽ cho hệ thống IEEE 802.11 OFDM .....32*

*Bảng 3. 2.. Sự cố hệ thống và biện pháp có thể khắc phục.....45*

*Bảng 3. 3. Hiệu quả của việc điều chỉnh CCA, SOP và công suất máy phát trên các ô tranh chấp .....46*

*Bảng 3. 4. Các biến sử dụng mô phỏng trong cell tranh chấp .....48*

*Bảng 3. 5. Số lượng các AP chia sẻ đồng kênh theo n, N và bán kính cell quy hoạch.....52*

*Bảng 3. 6. Ảnh hưởng của các yếu tố đến số lượng chia sẻ đồng kênh.....54*

*Bảng 3. 7. Cài đặt các thông số để phân tích chia sẻ đồng kênh .....55*

## *DANH MỤC CÁC HÌNH*

*Hình 1. 1. Mạng hình sao…… 05*
*Hình 1. 2. Mạng hình tuyến…… 06*
*Hình 1. 3. Mạng dạng vòng…… 06*
*Hình 1. 4. Mạng dạng lưới…… 06*
*Hình 1. 5. Mạng hình sao mở rộng…… 07*

*Hình 2. 1. Mô hình OSI và kiến trúc phân lớp MAC .....16*
*Hình 2. 2. Chuẩn 802.11 WLAN trên lớp PHY và lớp con MAC.....18*
*Hình 2. 3. Cấu trúc khung tin MAC .....19*
*Hình 2. 4. Mô hình mạng độc lập.....21*
*Hình 2. 5. Mô hình mạng cơ sở.....22*
*Hình 2. 6. Mô hình mạng mở rộng.....23*
*Hình 2. 7. Giao thức truy cập CSMA/CA.....28*

*Hình 3. 1. Kích thước cell quy hoạch thiết lập để bao phủ khu vực 220 x 320 ft.....35*
*Hình 3. 2. Cell quy hoạch và cell tranh chấp vật lý với ngưỡng CCA là -82 dBm...37*
*Hình 3. 3. Kích thước cell quy hoạch, cell tranh chấp vật lý vàcell tranh chấp ảo với độ nhạy -98 dBm .....38*
*Hình 3. 4. Mô hình công suất tại các khoảng cách gồm 2 AP đồng kênh và 1 máy khách .....39*
*Hình 3. 5. Minh họa công suất thiết bị vô tuyến với tỉ số CIR tại các vị trí .....41*
*Hình 3. 6. Ví dụ minh họa nút lộ.....42*
*Hình 3. 7. Ví dụ minh họa nút ẩn .....43*
*Hình 3. 8. Minh họa sự hoãn truyền không cần thiết.....44*
*Hình 3. 9. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 15 ft.....50*
*Hình 3. 10. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 50 ft.....50*
*Hình 3. 11. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 100 ft.....51*

*Hình 3. 12. Ví dụ về mô hình vòng ring đồng tâm đồng kênh trong thông tin di động .....53*
*Hình 3. 13.  Mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -85 dBm.....56*
*Hình 3. 14.Mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -75 dBm.....57*
*Hình 3. 15. Cấu trúc và biểu đồ khi đã hòa hợp (tuned) .....58*
*Hình 3. 16. Cấu trúc và biểu đồ khi bị cắt .....59*

# MỞ ĐẦU

**Tính cấp thiết của đề tài**

Mạng không dây cục bộ WLAN là một kiểu mạng truy nhập Internet truyền thống có tính phổ biến cao. WLAN đem lại một số lợi điểm đã được khẳng định trong các ứng dụng hiện nay. Tuy nhiên, vấn đề chất lượng mạng luôn được coi là vấn đề thiết yếu đối với các nhà thiết kế và triển khai mạng. Trong đó, vấn đề mở rộng dung lượng là một trong các vấn đề trung tâm của các các nhà triển khai mạng. Luận văn này nghiên cứu và đề xuất giải pháp mở rộng dung lượng các mạng WLAN dựa trên chuẩn 802.11 nhằm tiếp cận tốt nhất tới mục tiêu ứng dụng mạng.

**Tổng quan về vấn đề nghiên cứu:**

Kể từ khi ra đời của chuẩn 802.11 vào năm 1997, số lượng thiết bị Mạng nội bộ không dây (WLAN) đã tăng lên đáng kể và nằm trong rất nhiều các thiết bị công nghệ. Với sự gia tăng mạnh mẽ triển khai mạng WLAN, chi phí cho các hệ thống WLAN đã giảm và sẽ tiếp tục giảm. Với việc giảm giá này, người dùng có triển khai trên quy mô lớn, như doanh nghiệp, khuôn viên và thị trường lưới đô thị có cơ hội sử dụng nhiều mạng không dây hơn có dây kết nối trên mỗi khu vực nhất định và lần lượt, tăng thông lượng chuyên dụng trung bình cho mỗi người dùng.

Trong các hệ thống truyền thông cổ điển, thiết bị không dây có thể nhận và giải mã tín hiệu nếu thiết bị có Tỷ lệ tín hiệu/nhiễu (SNR) và Tỷ lệ sóng mang/nhiễu (CIR) phù hợp. Đối với kiến trúc tế bào, nhiễu chủ yếu là từ các giao thoa đồng kênh hoặc xuyên nhiễu khác kênh. Lý do này đem đến giải pháp mở rộng một mạng IEEE 802.11 không ảnh hưởng tới thông lượng khi đảm bảo được tham số CIR của mỗi mỗi thiết bị. Tuy nhiên, điều này không phải là luôn luôn đúng như vậy nếu tính tới cơ chế đánh giá kênh. Vì vậy, vấn đề này cần tiếp tục nghiên cứu.

Việc nghiên cứu mạng WLAN theo chuẩn IEEE 802.11 đã được thực hiện nhiều ở trên thế giới cũng như ở Việt Nam, tập trung nhiều vào các giải

pháp triển khai đảm bảo chất lượng mạng. Các giải pháp mở rộng dung lượng dựa trên kỹ thuật Squelch trong các máy thu vô tuyến có thể đem lại hiệu quả nhất định. Vì vậy, luận văn này tập trung nghiên cứu kỹ thuật này và thực hiện mô phỏng các kịch bản để đánh giá phân tích ảnh hưởng nhằm đưa đến các kết luận khoa học và hữu ích.

**Mục đích nghiên cứu:**

Nghiên cứu giải pháp cải thiện dung lượng hệ thống WLAN bằng giải pháp kỹ thuật đánh giá kênh và ước lượng khả năng kênh. Các nội dung nghiên cứu chính gồm:

+ Kiến trúc và ứng dụng của WLAN

+ Các giao thức lớp truy nhập và tiêu chuẩn IEEE 802.11

+ Giải pháp mở rộng dung lượng mạng WLAN

**Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:**

Luận văn tập trung vào nghiên cứu các vấn đề gồm: kiến trúc mạng không dây cục bộ, tiêu chuẩn truy nhập IEEE 802.11 và giải pháp kỹ thuật mở rộng dung lượng.

**Phương pháp nghiên cứu:**

Trong quá trình nghiên cứu đề tài, tác giả dựa vào các phương pháp sau:

+ Phương pháp lý thuyết: Luận văn sử dụng các lý thuyết về truyền thông di động, công nghệ viễn thông, kỹ thuật xử lý tín hiệu và cơ sở toán học.

+ Phương pháp mô phỏng: Sử dụng công cụ mô phỏng Matlab để mô phỏng, từ kết quả mô phỏng sẽ đưa ra nhận xét, đánh giá về các phương án đã nêu.

**Bố cục luận văn:**

Luận văn gồm các nội dung được tổ chức như sau:

**Chương 1: Tổng quan hệ thống mạng cục bộ không dây WLAN**

Chương này trình bày tổng quan về hệ thống WLAN. Các nội dung dự kiến gồm:

Giới thiệu tổng quan mạng cục bộ

Các tiêu chuẩn kỹ thuật của WLAN

***Các ứng dụng của WLAN***

Các thách thức và giải pháp

Kết luận chương

Chương 2: Các tiêu chuẩn kỹ thuật lớp MAC của WLAN

Chương này trình bày về vấn đề kiến trúc phân lớp MAC của hệ thống WLAN, bao gồm khối chức năng phối hợp phân tán DCF và khối chức năng phối hợp điểm PCF.

Các kỹ thuật lớp MAC

Chức năng phối hợp phân tán

Chức năng phối hợp điểm

Các kiểu khung dữ liệu giao thức MAC

Đặc trưng họ tiêu chuẩn IEEE 802.11

Kết luận chương

**Chương 3: Giải pháp mở rộng dung lượng WLAN**

Phân tích vào đánh giá các tham số ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ và tập trung vào sự suy giảm dung lượng của hệ thống WLAN, đồng thời đưa ra giải pháp để cải thiện vấn đề này. Các nội dung chính bao gồm:

Các yếu tố hạn chế thông lượng mạng WLAN

Giải pháp cải thiện dung lượng mạng WLAN

Mô phỏng đánh giá cải thiện dung lượng khi ứng dụng giải pháp

Kết luận chương

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN HỆ THỐNG MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY WLAN

## 1.1. Giới thiệu tổng quan mạng cục bộ

Mạng cục bộ (Local Area Network - LAN) là hệ truyền thông tốc độ cao được thiết kế để kết nối các máy tính và các thiết bị xử lý dữ liệu khác cùng hoạt động với nhau trong một khu vực địa lý nhỏ như ở một tầng của toà nhà, hoặc trong một toà nhà.... Một số mạng LAN có thể kết nối lại với nhau trong một khu làm việc. Các mạng LAN trở nên thông dụng vì nó cho phép những người sử dụng (users) dùng chung những tài nguyên quan trọng như máy in màu, ổ đĩa CD-ROM, các phần mềm ứng dụng và những thông tin cần thiết khác. Trước khi phát triển công nghệ LAN các máy tính là độc lập với nhau, bị hạn chế bởi số lượng các chương trình tiện ích, sau khi kết nối mạng rõ ràng hiệu quả của chúng tăng lên gấp bội. Để tận dụng hết những ưu điểm của mạng LAN người ta đã kết nối các LAN riêng biệt vào mạng chính yếu diện rộng (WAN).

**Các kiểu (Topology) của mạng LAN:**

Topology của mạng là cấu trúc hình học không gian mà thực chất là cách bố trí phần tử của mạng cũng như cách nối giữa chúng với nhau. Thông thường mạng có 3 dạng cấu trúc là: Mạng dạng hình sao (Star Topology), mạng dạng vòng (Ring Topology) và mạng dạng tuyến (Linear Bus Topology). Ngoài 3 dạng cấu hình kể trên còn có một số dạng khác biến tướng từ 3 dạng này như mạng dạng cây, mạng dạng hình sao - vòng, mạng hỗn hợp, v.v...

* *Mạng dạng hình sao (Star topology)*

Mạng dạng hình sao được mô tả như hình 1.1, bao gồm một trung tâm và các nút thông tin. Các nút thông tin là các trạm đầu cuối, các máy tính và các thiết bị khác của mạng. Trung tâm của mạng điều phối mọi hoạt động trong mạng với các chức năng cơ bản là:

- Xác định cặp địa chỉ gửi và nhận được phép chiếm tuyến thông tin và liên lạc với nhau.
- Cho phép theo dõi và xử lý sai trong quá trình trao đổi thông tin.
- Thông báo các trạng thái của mạng...

*Hình 1. 1. Mạng hình sao*

*Các ưu điểm của mạng hình sao:*

- Hoạt động theo nguyên lý nối song song nên nếu có một thiết bị nào đó ở một nút thông tin bị hỏng thì mạng vẫn hoạt động bình thường.

- Cấu trúc mạng đơn giản và các thuật toán điều khiển ổn định.

- Mạng có thể mở rộng hoặc thu hẹp tuỳ theo yêu cầu của người sử dụng.

*Nhược điểm của mạng hình sao:*

- Khả năng mở rộng mạng hoàn toàn phụ thuộc vào khả năng của trung tâm. Khi trung tâm có sự cố thì toàn mạng ngừng hoạt động.

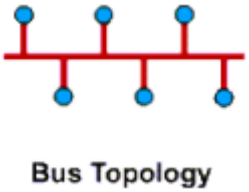
- Mạng yêu cầu nối độc lập riêng rẽ từng thiết bị ở các nút thông tin đến trung tâm. Khoảng cách từ máy đến trung tâm rất hạn chế (100m).

Nhìn chung, mạng dạng hình sao cho phép nối các máy tính vào một bộ tập trung (HUB) bằng cáp xoắn, giải pháp này cho phép nối trực tiếp máy tính với HUB không cần thông qua trục BUS, tránh được các yếu tố gây ngưng trệ mạng. Gần đây, cùng với sự phát triển switching hub, mô hình này ngày càng trở nên phổ biến và chiếm đa số các mạng mới lắp.

***** *Mạng hình tuyến (Bus Topology)*

Mạng hình tuyến được mô tả như hình 1.2. Theo cách bố trí hành lang các đường như hình vẽ thì máy chủ (host) cũng như tất cả các máy tính khác (workstation) hoặc các nút (node) đều được nối về với nhau trên một trục đường dây cáp chính để chuyển tải tín hiệu. Tất cả các nút đều sử dụng chung đường dây cáp chính này. Phía hai đầu dây cáp được bịt bởi một thiết bị gọi là terminator. Các tín hiệu và gói dữ liệu (packet) khi di chuyển lên hoặc xuống trong dây cáp đều mang theo địa chỉ của nơi đến. Loại hình mạng này dùng dây cáp ít nhất, dễ lắp đặt. Tuy vậy cũng có những bất lợi đó là sẽ có sự ùn tắc giao thông khi di chuyển dữ liệu với lưu lượng lớn và khi có sự hỏng hóc ở

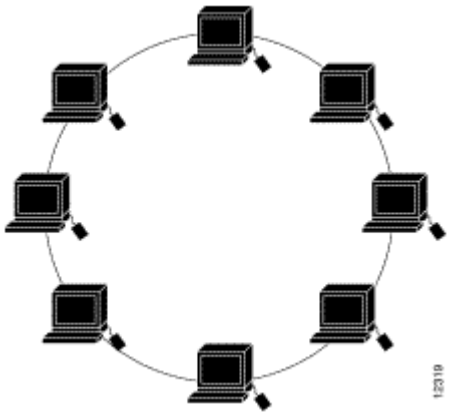
đoạn nào đó thì rất khó phát hiện, một sự ngừng trên đường dây để sửa chữa sẽ ngừng toàn bộ hệ thống.




*Hình 1. 2. Mạng hình tuyến*

** Mạng dạng vòng (Ring Topology)*

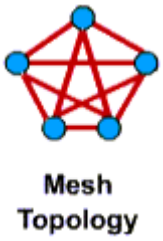
Mạng dạng vòng được mô tả như hình 1.3. Mạng dạng này, bố trí theo dạng xoay vòng, đường dây cáp được thiết kế làm thành một vòng khép kín, tín hiệu chạy quanh theo một chiều nào đó. Các nút truyền tín hiệu cho nhau mỗi thời điểm chỉ được một nút mà thôi. Dữ liệu truyền đi phải có kèm theo địa chỉ cụ thể của mỗi trạm tiếp nhận. Mạng dạng vòng có thuận lợi là có thể nới rộng ra xa, tổng đường dây cần thiết ít hơn so với hai kiểu trên. Nhược điểm là đường dây phi khép kín, nếu bị ngắt ở một nơi nào đó thì toàn bộ hệ thống cũng bị ngừng.



*Hình 1. 3. Mạng dạng vòng*

** Mạng dạng lưới - Mesh topology*

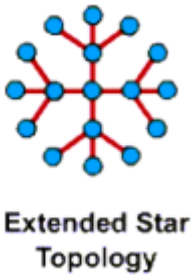
Mạng dạng lưới được mô tả như hình 1.4. Cấu trúc dạng lưới được sử dụng trong các mạng có độ quan trọng cao mà không thể ngừng hoạt động, chẳng hạn trong các nhà máy điện nguyên tử hoặc các mạng của an ninh, quốc phòng. Trong mạng dạng này, mỗi máy tính được nối với toàn bộ các máy còn lại. Đây cũng là cấu trúc của mạng Internet.




*Hình 1. 4. Mạng dạng lưới*

** Mạng hình sao mở rộng*

Mạng hình sao mở rộng được mô tả như hình 1.5. Cấu hình mạng dạng này kết hợp các mạng hình sao lại với nhau bằng cách kết nối các HUB hay Switch. Lợi điểm của cấu hình mạng dạng này là có thể mở rộng được khoảng cách cũng như độ lớn của mạng hình sao.




*Hình 1. 5. Mạng hình sao mở rộng*

** Mạng có cấu trúc cây - Hierachical topology*

Mạng dạng này tương tự như mạng hình sao mở rộng nhưng thay vì liên kết các switch/hub lại với nhau thì hệ thống kết nối với một máy tính làm nhiệm vụ kiểm tra lưu thông trên mạng.

## 1.2. Các tiêu chuẩn kỹ thuật của WLAN

WLAN là từ viết tắt của wireless LAN có nghĩa là Mạng cục bộ không dây, nó là phương thức phân phối không dây cho hai hoặc nhiều thiết bị sử dụng sóng radio tần số cao và thường bao gồm một điểm truy cập vào Internet.

Nhìn chung, mạng cục bộ không dây (WLAN) cung cấp liên lạc mạng không dây trong khoảng cách ngắn bằng cách sử dụng tín hiệu radio hoặc hồng ngoại thay vì cáp mạng truyền thống. Mạng WLAN là một loại mạng cục bộ (LAN). Mạng WLAN cho phép người dùng di chuyển xung quanh khu vực phủ sóng, thường là nhà hoặc văn phòng nhỏ, trong khi vẫn duy trì kết nối mạng.

Năm 1997, viện kỹ sư điện và điện tử IEEE đưa ra chuẩn mạng cục bộ không dây (WLAN) đầu tiên - được gọi là 802.11 theo tên của nhóm giám sát sự phát triển của chuẩn này. Lúc này, 802.11 sử dụng tần số 2,4 GHz và dùng kỹ thuật trải phổ trực tiếp (Direct – Sequence Spread Spectrum-DSSS ) nhưng chỉ hỗ trợ băng thông tối đa là 2 Mbps - tốc độ khá chậm cho hầu hết các ứng dụng. Vì lý do đó, các sản phẩm chuẩn không dây này không còn được sản xuất nữa.

- Trải phổ: Đa số các hệ thống mạng WLAN sử dụng công nghệ trải phổ, một kỹ thuật tần số vô tuyến băng rộng mà trước đây được phát triển bởi quân đội trong các hệ thống truyền thông tin cậy, an toàn, trọng yếu. Sự trải phổ được thiết kế hiệu quả với sự đánh đổi dải thông lấy độ tin cậy, khả năng tích hợp, và bảo mật. Nói cách khác, sử dụng nhiều băng thông hơn trường hợp truyền băng hẹp, nhưng đổi lại tạo ra tín hiệu mạnh hơn nên dễ được phát hiện hơn, miễn là máy thu biết các tham số của tín hiệu trải phổ của máy phát. Nếu một máy thu không chỉnh đúng tần số, thì tín hiệu trải phổ giống như nhiễu nền.

- Có hai kiểu trải phổ truyền đi bằng vô tuyến :

+ Nhảy tần

+ Chuỗi trực tiếp.

Chuẩn giao thức mạng WLAN - IEEE 802.11 - cho phép những người sử dụng truy cập vào mạng LAN và mạng Internet mà không cần kết nối dây cáp với cơ sở hạ tầng mạng. Trước khi giao thức 802.11b được áp dụng rộng rãi vào đầu những năm 2000, việc truy cập mạng nội bộ LAN đòi hỏi kết nối vật lý thông qua dây cáp. Các giao thức IEEE 802.11 được tạo thành từ sự xếp đặt của các kỹ thuật điều chế truyền dẫn khác nhau trên môi trường không khí (over-the-air) với cùng các nguyên tắc cơ bản như nhau. Các giao thức được sử dụng rộng rãi trong dãi tần 2,4GHz là 802.11b, 802.11g, 802.11n và trong dãi tần 5GHz là 802.11a, 802.11n và gần đây là 802.11ac.

### *1.2.1. Các chế độ hoạt động mạng WiFi chuẩn 802.11*

**- Chế độ Infrastructure**: được sử dụng khi có ít nhất một điểm truy cập (AP - Access Point) kết nối vào mạng LAN hay mạng Internet và có ít nhất một trạm khách hàng (client). Trạm khách hàng (laptop, máy tính bảng,

điện thoại thông minh) kết nối vô tuyến vào mạng LAN hay mạng Internet thông qua điểm truy cập (AP).

- **Chế độ Ad-Hoc**: được sử dụng khi các trạm khách hàng (clients) trực tiếp kết nối vô tuyến với nhau mà không cần phải thông qua một điểm truy cập (AP). Điều này cũng được gọi là chế độ chia sẻ ngang hàng (peer-to-peer).

Phần lớn các mạng WiFi theo chuẩn 802.11 hoạt động trong chế độ Infrastructure.

Thông tin thêm về phương pháp ứng dụng cho các mạng vô tuyến 802.11 có thể được tìm thấy trong phần giới thiệu Công nghệ 2,4 GHz và Công nghệ 5 GHz.

### *1.2.2. Các chuẩn mạng 802.11 phổ biến*

***- 802.11a***

Chuẩn giao thức 802.11a sử dụng cùng giao thức lớp liên kết dữ liệu (Data Link Layer) và định dạng frame như các chuẩn ban đầu 802.11-1997, nhưng dùng kỹ thuật OFDM cho truyền dẫn lớp vật lý. Dãi tần hoạt động của nó là băng tần 5GHz và có tốc độ truyền dẫn tối đa 54Mbps. Do dãi tần 2.4GHz đã trở nên quá tải (nhiều thiết bị dân dụng cũng sử dụng chung dãi tần này) nên việc sử dụng chuẩn 802.11a mang lại một lợi thế đáng kể. Tuy nhiên, phạm vi phủ sóng hiệu quả của 802.11a trong dãi tần 5GHz là thấp hơn so với các chuẩn giao thức 802.11b/g/n trong dãi tần 2,4GHz, do bởi tín hiệu hoạt động ở dãi tần cao hơn sẽ dễ dàng bị hấp thụ bởi các vật thể rắn hơn như tường, thép, cây cối… . Tuy nhiên, chuẩn 802.11a và 802.11n lại ít chịu ảnh hưởng của nhiễu trong dãi tần 5GHz, do đó nhiều lúc chúng lại có phạm vi phủ sóng tương tự hoặc thậm chí lớn hơn 802.11b/g/n.

***- 802.11b***

Là chuẩn mạng không dây 802.11 đầu tiên được áp dụng rộng rãi. Nó có tốc độ truyền dẫn tối đa 11Mbps và sử dụng phương thức truyền thông giống như của các chuẩn của 802.11-1997. 802.11b hoạt động trên dãi tần số 2.4GHz, nó chịu ảnh hưởng rất nhiều từ nhiễu do hoạt động cùng tần số với những thiết bị dân dụng khác như các thiết bị Bluetooth, điện thoại không dây DECT và VoIP, lò vi sóng, …

***- 802.11g***

802.11g là bước cải tiến kế tiếp từ 802.11b và vẫn hoạt động trên dãi tần 2.4GHz nhưng sử dụng kỹ thuật truyền dẫn OFDM. Nó có tốc độ truyền dẫn tối đa 54Mbps và tương thích ngược với phần cứng của chuẩn 802.11b. Đây là chuẩn công nghiệp tiếp theo và một lần nữa được áp dụng rộng rãi cho các ứng dụng mạng WLAN do tốc độ truyền tải dữ liệu tăng lên. Tương tự như 802.11b, các thiết bị 802.11g đều có thể bị ảnh hưởng xuyên nhiễu từ những thiết bị dân dụng khác hoạt động trên dãi tần 2.4GHz. Kỹ thuật OFDM được cho phép tại những tốc độ trên 20Mbps làm tăng đáng kể khả năng NLoS (Non-Line-of-Sight).

***- 802.11n***

Chuẩn 802.11n là một phiên bản để nhằm cải thiện các chuẩn trước đó bằng cách thêm vào anten công nghệ MIMO (Multiple Input-Multiple Output) và hoạt động trên cả dãi tần 2.4GHz và 5GHz với độ rộng kênh là 40 MHz (tùy chọn). Chuẩn 802.11n tương thích ngược với chuẩn 802.11a, b và g. Khác với chuẩn 802.11g, kỹ thuật OFDM trong 802.11n được cho phép hoạt động trên toàn bộ dãi các tốc độ truyền dẫn, nhờ đónâng cao đáng kể khả năng NLoS (Non-Line-of-Sight).

MIMO sử dụng nhiều anten thông minh để xử lý một lượng dữ liệu lớn hơn so với xữ lý bằng một anten duy nhất. Bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo không gian SDM (Spatial Division Multiplexing), máy trạm (client) có thể truyền nhiều luồng dữ liệu độc lập cùng một lúc trên một kênh và nhờ đó làm tăng tốc độ truyền dẫn dữ liệu thực tế (data rate) giữa máy trạm (client) và điểm truy cập (AP).

Khả năng tăng gấp hai độ rộng kênh (channel size) - từ 20MHz đến 40MHz - trên các thiết bị tương thích với chuẩn 802.11n cũng cho phép tăng gấp hai lần tốc độ truyền dẫn dữ liệu trên lớp vật lý.

Việc hai tính năng trên được kết hợp mang lại cho chuẩn 802.11n khả năng nâng cao tốc độ truyền dẫn dữ liệu tối đa khi so sánh với 802.11g ở 2.4GHz và 802.11a ở 5GHz . Nó có thể lên đến 600Mbps (trên lý thuyết) khi truyền đồng thời trên 4 luồng dữ liệu và độ rộng kênh 40MHz. Vì vậy 802.11n đang trở thành tiêu chuẩn phổ biến hiện nay.

***- 802.11ac***

802.11ac hoạt động ở tân số 5GHz sử dụng OFDM dựa vào sự điều chế. Các đặc điểm kỹ thuật cho thấy tốc độ băng thông WLAN ít nhất 1Gbps và một liên kết đơn lẻ có tốc độ băng thông ít nhất là 500Mbps. Điều này đạt được bởi khái niệm mở rộng từ chuẩn 802.11n cho các kênh với băng thông rộng RF( lên đến 160MHz, 80Mhz bắt buộc), hơn thế nữa luồng dữ liệu được truyền đi với công nghệ đa Anten lên đến 8 luồng dữ liệu (Spatial streams), nhiều người dùng MIMO (multi-user MIMO) và dùng cho nơi có mật độ người dùng cao(lên đến 256-QAM) .

### 1.3. Các ứng dụng của WLAN

**- Cung cấp khả năng truy cập mạng một cách linh hoạt**

Cho phép người dùng có thể sử dụng các thiết bị truy cập mạng không dây, để truy cập mạng tại mọi vị trí có phủ sóng WLAN.

Ví dụ, là 1 nhân viên quản trị mạng, bạn có nhiệm vụ đảm bảo cho hệ thống mạng hoạt động liên tục. Để làm việc này, bạn sẽ cài đặt chương trình giám sát mạng trên hệ thống máy server, nếu có sự cố về hệ thống mạng, chương trình sẽ gửi thông báo qua email của bạn. Bạn sẽ không cần thiết phải ngồi trực bên chiếc máy tính tại bàn làm việc, để kiểm tra email thường xuyên, mà có thể sử dụng các thiết bị di động (PDA, laptop, smartphone…v.v) để kiểm tra email trong khi di chuyển, học tập, hội họp…v.v. và có thể lập tức xử lý sự cố.

**- Mở rộng mạng**

Cho phép mở rộng mạng tại các khu vực đặc biệt, ví dụ: các khu vực không thể đi dây cáp, không được thay đổi kết cấu của tòa nhà, địa hình hiểm trở…v.v.

**- Nối mạng giữa các tòa nhà cách xa nhau**

Để kết nối mạng giữa các tòa nhà cách xa nhau, có thể kết nối bằng cáp (chôn dưới lòng đất, hoặc treo trên các cột trụ), giải pháp này chi phí cao, khó thi công vì đường đi của cáp có thể liên quan tới nhiều chủ thể khác nhau; có giải pháp khác là thuê đường truyền riêng từ các công ty điện thoại, giải pháp này chi phí cao, do phải trả phí hàng tháng.

Giải pháp thứ 3 cho trường hợp này là sử dụng WLAN, bằng cách cài đặt cầu nối không dây (wireless bridge) tại mỗi tòa nhà. Có thể sử dụng mô

hình kết nối điểm tới điểm (point – to – point) hoặc điểm tới đa điểm (point – to – multipoint).

**- Cung cấp dịch vụ truy cập mạng không dây**

Nhà cung cấp dịch vụ internet không dây (WISP – wireless internet service provider) là 1 nhà cung cấp dịch vụ internet dựa trên công nghệ không dây. Với người sử dụng ở những khu vực đặc biệt, việc triển khai lắp đặt đường dây kết nối internet khó khăn, chí phí cao, hoặc không thể thực hiện, thì giải pháp mạng không dây là lựa chọn tốt nhất cho họ.

WISP có thể hoàn toàn sử dụng công nghệ IEEE 802.11 hoặc WiMAX (IEEE 802.16) hoặc kết hợp giữa WiMAX và IEEE 802.11

**- Sử dụng cho văn phòng quy mô nhỏ (SOHO – small office/home office)**

Đối với các văn phòng nhỏ, với khoảng 10 đến 15 máy tính, ví dụ: văn phòng luật sư, một trung tâm tư vấn xây dựng, cửa hàng in ấn,…v.v. có thể chỉ cần sử dụng 1 wireless router để thiết lập hệ thống mạng cho toàn văn phòng với chi phí thấp, triển khai nhanh.

Nếu sử dụng wireless router có kèm chức năng của 1 modem ADSL (ví dụ Linksys WRT54G) có thể cung cấp 2 dịch vụ cùng 1 lúc: kết nối các máy trong mạng nội bộ với nhau và cung cấp đường truy cập internet cho cả văn phòng.

**- Sử dụng trong tình huống cần thiết lập mạng trong thời gian ngắn**

Trong các tình huống đặc biệt, cần hệ thống mạng để làm việc trong thời gian ngắn, thiết lập đơn giản, nhanh chóng, ví dụ: văn phòng của công trường xây dựng, văn phòng điều hành khắc phục hậu quả trong vùng bị thiên tai …v.v. Mạng không dây là 1 lựa chọn tốt.

Có thể sử dụng thiết bị vừa có chứng năng của 1 access point vừa hỗ trợ kết nối WAN, giúp kết nối các máy tính nội bộ với nhau và kết nối internet, ví dụ dòng thiết bị SonicWALL.

**- Sử dụng trong trường học**

Với hệ thống WLAN các giáo viên có thể làm việc ở mọi vị trí, không bị bó buộc vào bàn làm việc cố định, giáo viên có thể khai thác các tài nguyên từ internet từ máy labtop mà không cần phải sử dụng đến cáp kết nối. Sinh

viên có thể truy cập mạng internet và intranet để tham khảo các tài liệu, học tập, nộp bài và thực hiện kiểm tra qua mạng.

**- Sử dụng trong các nhà máy, nhà kho**

Với môi trường này, khi triển khai WLAN cần khảo sát kĩ, để tránh vấn đề về nhiễu sóng, do các thiết bị trong nhà kho hoặc nhà máy gây ra.

**- Sử dụng trong bệnh viện**

Sử dụng WLAN giúp các bác sĩ có thể nhanh chóng xác định được thông tin về các bệnh nhân cũng như các thông tin về y học thông qua kết nối mạng intranet và internet bằng các thiết bị truy cập WLAN. Vấn đề quan trọng hàng đầu trong hệ thống WLAN tại bệnh viện là phải đảm bảo thông tin được bảo mật.

**- Cung cấp khả năng truy cập mạng ở nơi công cộng**

Ở nơi công cộng như quán cà phê, sân bay, bến xe, …có thể thiết lập các điểm phát sóng WLAN (gọi là các Wi-Fi hotspot) cho mọi người truy cập internet có thu phí hoặc miễn phí.

### 1.4. Các thách thức và giải pháp

**- Mạng không dây có những ưu điểm vượt trội riêng:**

+ Độ tin tưởng cao trong nối mạng của các doanh nghiệp và sự tăng trưởng mạnh mẽ của mạng Internet và các dịch vụ trực tuyến là bằng chứng mạnh mẽ đối với lợi ích của dữ liệu và tài nguyên dùng chung. Với mạng Wireless, người dùng truy cập thông tin dùng chung mà không tìm kiếm chỗ để cắm vào, và các nhà quản lý mạng thiết lập hoặc bổ sung mạng mà không lắp đặt hoặc di chuyển dây nối.

+ Mạng không dây có khả năng phục vụ tốt hơn, tiện nghi và có lợi thế về chi phí hơn hẳn các kết nối có dây truyền thống.

+ Khả năng lưu động hỗ trợ các cơ hội về hiệu suất và dịch vụ mà mạng có dây không thể thực hiện được.

+ Cài đặt hệ thống mạng không dây khá nhanh và dễ dàng, giảm bớt việc phải kéo dây qua các vị trí khó khăn. Công nghệ không dây cho phép mạng đi đến các nơi mà mạng có dây không thể.

+ Phần cứng mạng không dây ban đầu có chi phí cao hơn so với mạng có dây nhưng chi phí cài đặt toàn bộ và giá thành tính theo tuổi thọ thấp hơn đáng kể.

+ Cấu hình mạng của hệ thống mạng không dây dễ thay đổi từ các mạng độc lập phù hợp với số nhỏ người dùng đến các mạng cơ sở hạ tầng với hàng nghìn người sử dụng trong một vùng rộng lớn.

+ Mạng không dây còn thể hiện ưu điểm của mình ở tính mở rộng dễ dàng có thể đáp ứng tức thì khi có sự gia tăng lớn về số lượng truy cập.

**- Tuy có nhiều ưu điểm song mang không dây cũng có những nhược điểm nhất định:**

+ Bảo mật có thể nói chính là nhược điểm lớn nhất của mạng không dây, bởi phương tiện truyền tín hiệu là sóng và môi trường truyền tín hiệu là không khí nên khả năng bị tấn công là khá lớn.

+ Phạm vi hoạt động còn hạn chế, ngay cả công nghệ mạng dây hiện đại nhất hiện nay cũng chỉ có thể hoạt động ở phạm vi tối đa 150m nên mạng không dây chỉ phù hợp với không gian hẹp.

+ Do truyền tín hiệu bằng sóng vô tuyến nên việc bị nhiễu hay suy giảm là điều tất yếu. Đây là vấn đề gây ảnh hưởng lớn đến hiệu quả của các mạng.

+ Tốc độ mạng cũng là một vấn đề chúng ta cần quan tâm. Tuy tốc độ cao nhất của mạng không dây có thể lên tới 600Mbps nhưng con số đó vẫn chậm hơn nhiều so với các mạng cáp thông thường.

+ Hơn thế nữa mạng không dây bị tác động rất lớn bởi yếu tố thời tiết hay các vật chắn, mạng không dây còn bị tác động bởi ảnh hưởng của các thiết bị khác.

Một số giải pháp cho mạng không dây cũng tập trung khắc phục các nhược điểm trên. Bảo mật là vấn đề được quan tâm hàng đầu hiện nay. Khi nhắc đến bảo mật mạng không dây có hai vấn đề thường xuyên được nhắc đến đó là: chứng thực và mã hóa.

Chứng thực: là quá trình mà trong đó các thiết bị kết nối với nhau thông qua các kênh kết nối sẽ được chứng thực, để chắc rằng không có thiết bị nào khác ngoài mong muốn kết nối vào. Chứng thực có thể được thực hiện thông qua nhiều cách: trao đổi key, bằng địa chỉ MAC, hoặc bằng một tool của hãng thứ 3 EAP, LEAP ….

Mã hóa: là quá trình mà trong đó dữ liệu được mã hóa với những key đặc biệt được tạo ra bởi người dùng hay chính thiết bị dùng để mã hóa. Có những phương pháp mã hóa như: mã hóa với 64, 128, 256 bit, hay dùng TKIP, AES…

## 1.5. Kết luận chương

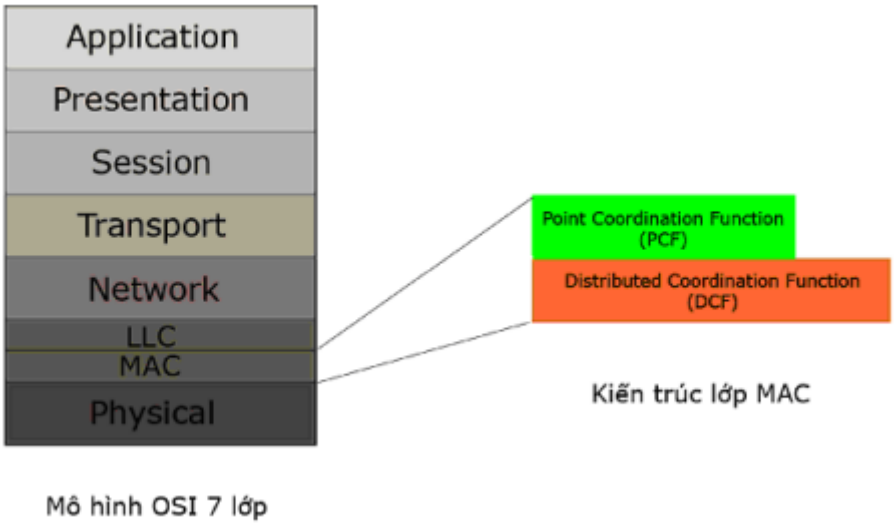
Chương 1 đi vào giới thiệu tổng quan về mạng cục bộ, các kiểu tô pô, cấu trúc và các chế độ hoạt động của mạng WLAN. Đồng thời tìm hiểu các tiêu chuẩn kỹ thuật, ưu điểm và hạn chế của mạng WLAN, làm tiền đề đi vào nghiên cứu các kỹ thuật bên trong.

# CHƯƠNG 2: CÁC TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT LỚP MAC CỦA WLAN

## 2.1. Các kỹ thuật lớp MAC

Phân lớp MAC nằm trong lớp liên kết dữ liệu của mô hình OSI, được mô tả trong hình 2.1. Phân lớp MAC xác định cách thức truyền các khung dữ liệu trên môi trường truyền dẫn bằng cách kết hợp một địa chỉ vật lý cho mỗi thiết bị, xác định tôpô mạng và thăm dò đường truyền.

Kiến trúc phân lớp MAC bao gồm hai khối chức năng: Khối chức năng DCF (Distributed Coordination Function là chức năng phối hợp phân tán) và khối chức năng PCF (Point Coordination Function là chức năng phối hợp điểm).




*Hình 2. 1. Mô hình OSI và kiến trúc phân lớp MAC*

Các phương thức điều khiển truy cập tới các hệ thống WLAN có thể là ngẫu nhiên hoặc được sắp xếp. Hoạt động của hệ thống WLAN có thể tập trung, phân tán hoặc là kết hợp cả hai. Khi hoạt động của hệ thống là ngẫu nhiên, nó được gọi là DCF. Khi hoạt động của mạng được điều khiển, nó được gọi là PCF.

## 2.2. Chức năng phối hợp phân tán (DCF)

DCF là phương pháp truy nhập theo chuẩn 802.11 cho phép tất cả các trạm trong một WLAN tranh chấp nhau nhằm dành quyền truy nhập vào môi trường truyền dẫn không dây có tính chất chia sẻ nhờ sử dụng giao thức CSMA/CA. DCF sẽ được thực hiện trong tất cả các trạm, thay cho việc sử dụng cả IBSS và cấu hình mạng cơ sở hạ tầng. DCF cho phép hoạt động độc

lập của các thiết bị dữ liệu vô tuyến. Trong một hệ thống dựa trên sự tranh chấp DCF, các thiết bị trao đổi thông tin yêu cầu một cách ngẫu nhiên các dịch vụ từ các kênh bên trong một hệ thống trao đổi thông tin. Bởi vì các yêu cầu trao đổi thông tin xảy ra một cách ngẫu nhiên, nên hai hay nhiều thiết bị có thể yêu cầu các dịch vụ một cách đồng thời. Điều khiển truy cập của một phiên DCF thường bao gồm việc yêu cầu các thiết bị phán đoán các hoạt động trước khi truyền và lắng nghe các dịch vụ nó yêu cầu có bị xung đột. Nếu thiết bị yêu cầu không nhận được một phản hồi cho yêu cầu của nó, nó sẽ trì hoãn trong một khoảng thời gian ngẫu nhiên trước khi truy cập lại.

Một cải tiến của phương thức có thể sử dụng trong nhiều trường hợp khác nhau để giúp làm giảm tối thiểu các xung đột ở trạm truyền và nhận trao đổi các khung điều khiển ngắn (yêu cầu gửi (RTS) và sẵn sàng để nhận (CTS) các khung) sau khi xác định môi trường đang rỗi và sau mọi sự trì hoãn hoặc back-off (thời gian chờ đợi trong một khoảng thời gian nhất định), trước khi truyền dữ liệu. Các mô hình mạng BSS (trong mô hình này chỉ có duy nhất một AP và các máy trạm), ESS (đây là mô hình mở rộng của BSS cho phép có nhiều AP và các máy trạm), IBSS (mô hình này không có AP mà chỉ có các máy trạm kết nối trực tiếp với nhau) đều có thể sử dụng được chế độ DCF.

### 2.3. Chức năng phối hợp điểm (PCF)

PCF là chế độ hoạt động của các thiết bị vô tuyến được điều khiển trong chế độ cơ sở hạ tầng. Trong một hệ thống được điều khiển, các thiết bị trao đổi thông tin đợi cho đến khi nhận được một thông tin phản hồi trước khi chúng truyền bất kỳ một thông tin nào. Bởi vì việc trao đổi thông tin giữa các thiết bị được điều khiển bởi một thiết bị trung tâm nên ít có xung đột xảy ra. Để xác nhận dữ liệu truyền đã được nhận thành công, thông tin thăm dò sẽ có chứa thông tin về trạng thái của các gói tin mà đã được nhận. Nếu thiết bị gửi không nhận một sự xác nhận của việc truyền trong gói tin thăm dò, nó sẽ truyền lại dữ liệu.

Ưu điểm của PCF là đảm bảo được một khoảng thời gian trễ xác định vì vậy các ứng dụng yêu cầu về QoS (như các ứng dụng thoại hay truyền hình thời gian thực,…) có thể sử dụng trên nền chế độ truyền dẫn này. Khi sử dụng

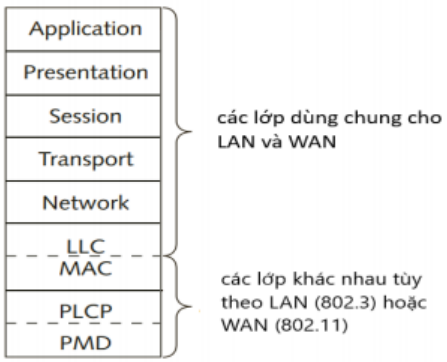
PCF, AP sẽ đảm nhiệm chức năng thực hiện thuật toán thăm dò do đó các mạng Ad Hoc không thể sử dụng chế độ này. PCF phải được sử dụng kết hợp với DCF. Có thể để kết hợp các lợi ích của DCF và PCF thành một hệ thống tốt hơn. Sự kết hợp dựa trên các khoảng thời gian đặc trưng được chỉ định trong DCF và PCF. Bằng việc kết hợp các quá trình này, có thể đảm bảo việc truyền dữ liệu dịch vụ thời gian thực và cho phép truy cập ngẫu nhiên.

DCF và PCF sẽ cùng tồn tại theo một cách mà cho phép cả hai hoạt động đồng thời trong phạm vi cùng BSS. Khi một PC đang hoạt động trong một BSS, hai phương thức truy cập luân phiên, với một chu kỳ không xung đột (CFP - Contension Free Period) đi theo sau bởi một chu kỳ xung đột (CP - Contension Period).

## 2.4. Các kiểu khung dữ liệu giao thức lớp MAC

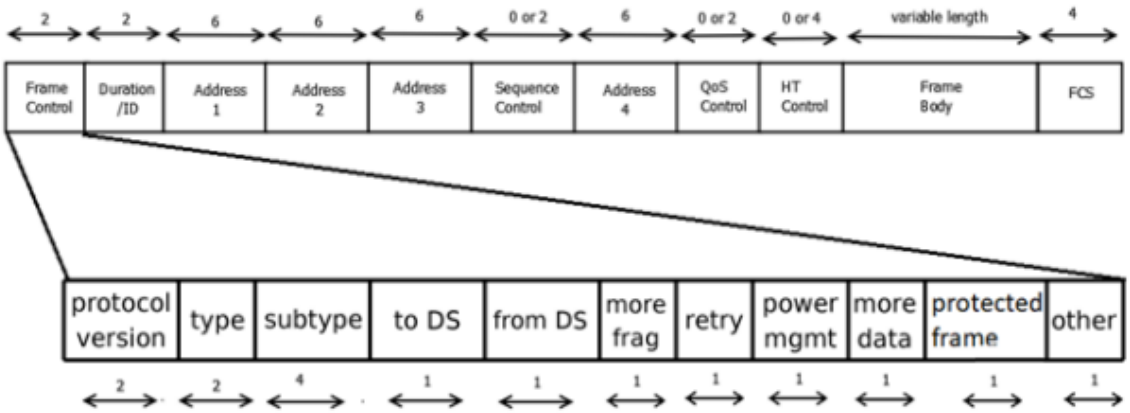
**- Giao thức MAC cho mạng WLAN theo chuẩn 802.11**

Các mạng WLAN theo tiêu chuẩn IEEE 802.11, đây là một tập hợp các đặc tả quản lý lớp điều khiển truy cập môi trường truyền (MAC) và lớp vật lý (PHY) cho việc triển khai mạng không dây cục bộ WLAN trên các dải tần 900 MHz; 2,4GHz; 3,5 GHz; 5 GHz và 60 GHz. Các đặc tả của chuẩn 802.11 tập trung vào 2 lớp thấp nhất trong mô hình OSI là lớp vật lý (PHY) và liên kết dữ liệu Data Link. Mục tiêu chính của chuẩn 802.11 là phát triển lớp con MAC và lớp PHY cho các thiết bị di động. Lớp LLC là lớp con trong lớp Data Link được định nghĩa trong chuẩn 802.2, LLC có trách nhiệm chính trong việc cung cấp giao tiếp giữa lớp MAC và các lớp cao hơn. LLC thực hiện nhiều chức năng trong việc hỗ trợ cho nhiều lớp ở tầng cao hơn. Và hơn thế nữa lớp con LLC còn có chức năng kiểm soát luồng và kiểm soát lỗi.




*Hình 2. 2. Chuẩn 802.11 WLAN trên lớp PHY và lớp con MAC*

Lớp con MAC nhận dữ liệu từ lớp con LLC và có trách nhiệm thực hiện các chức năng liên quan đến việc truyền gói tin vào môi trường truyền. Cấu trúc của một frame MAC được mô tả theo hình 2.3:




*Hình 2. 3. Cấu trúc khung tin MAC*

- Frame control: Trường frame control chứa một số trường con bao gồm:

+ Protocol version: Trường này dài 2 bits và xác định phiên bản của MAC. Hiện tại chỉ có 1 tiêu chuẩn và nó được gán giá trị là 0.

+ Type: Trường này dài 2 bits phân loại khung thuộc về quản lý, điều khiển hay là dữ liệu (management, control, data).

+ Subtype: Trường con subtype dài 4 bits, giá trị trường này phụ thuộc vào giá trị của trường "Type" (management, control, data).

+ To DS from DS: 2 trường này dành cho frame thuộc hệ phân tán có các cặp giá trị khác nhau tùy thuộc vào kiến trúc mạng. Nếu giá trị "To DS" = 0 và "from DS" = 0 có nghĩa là khung data truyền giữa các trạm trong cùng 1 IBSS không qua AP. Nếu giá trị "To DS" = 1 và "from DS" = 0 có nghĩa là khung data truyền có thông qua AP. Nếu giá trị "To DS" = 0 và "from DS" = 1 tức là khung data truyền giữa các BSS chung AP và 3 trường address được sử dụng. Nếu giá trị "To DS" = 0 và "from DS" = 1 có nghĩa là khung data truyền giữa các AP khác nhau trong ESS và lúc này cả 4 trường address được sử dụng

+ More frag: Trường này có chiều dài 1bit, nếu frame bị phân mảnh thì tất cả các frame là mảnh của frame ban đầu bị phân mảnh có giá trị trường More frag là 1, trừ frame cuối. Hình 1-6 Cấu trúc khung tin MAC 10

+ Retry: Trường con này dài 1 bit, nếu frame này cần được gửi lại thì giá trị này được gán là 1 (ngược lại là 0).

+ Power mgmt: Trường này có chiều dài 1 bit được dùng để quy định chế độ năng lượng của máy trạm. Nếu thiết bị gửi gói tin đi đang ở trong trạng thái tiết kiệm năng lượng (powesave) thì giá trị được gán là 1 (và ngược lại là 0).

+ More data: Khi thiết bị nhận ở chế độ powersave thì AP có thể lưu trữ tạm một số frame gửi cho nó. Bit này được đặt là 1 báo hiệu là AP có 1 vài frame cho thiết bị đang ở chế độ sleeping.

+ Protected Frame: Có giá trị là 1 khi cơ chế mã hóa được dùng để mã hóa frame. Các cơ chế mã hóa có thể là WEP (Wired Equivalent Privacy), WPA (Wi-Fi Protected Access), hoặc WPA2 (Wi-Fi Protected Access II).

+ Other: Được đặt là 1 nêu thứ tự frame được đặt ưu tiên tức là các frame bắt buộc phải được gửi theo thứ tự.

- Duration/ID: Trường này có chiều dài 16 bits miêu tả thời gian truyền frame và nhận gói tin ACK. Việc này dùng để thiết lập NAV (network allocation vector) cho các thiết bị lân cận. Trường này có thể nhận 1 trong 3 dạng: Duration, Contention-Free Period (CFP), and Association ID (AID).

- Address: Frame 802.11 có thể ghi nhận 4 địa chỉ MAC.

+ Address 1: Địa chỉ của thiết bị nhận.

+ Address 2: Địa chỉ của thiết bị gửi.

+ Address 3: Dùng cho thiết bị nhận lọc gói tin.

+ Address 4: Phần lớn trường hợp không sử dụng chỉ sử dụng khi frame truyền giữa các AP trong EES, hoặc giữa các nút trung gian trong mạng hỗn hợp.

- Sequence Control: Trường này dùng để loại bỏ gói tin trùng lặp.

- QoS Control: Trường này là trường lựa chọn, chỉ xuất hiện với gói tin của ứng dụng có yêu cầu QoS.

- HT Control: Được bổ sung vào từ phiên bản 802.11 liên quan đến QoS.

- Frame Body: Trường này chứa dữ liệu cần truyền, có độ dài thay đổi tùy vào loại khung và các trường subtypes.

- FCS: Trường này dùng để kiểm tra tính toàn vẹn của gói tin ở bên nhận.

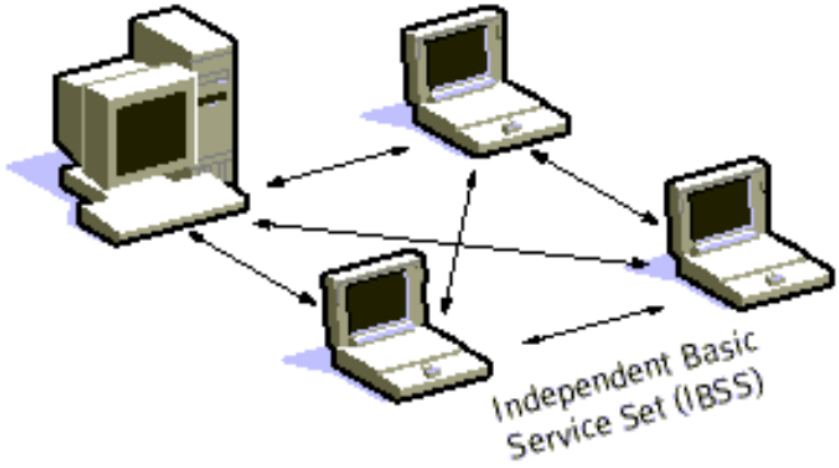
Trong mạng không dây các thiết bị truyền tín hiệu cho nhau thông qua sóng điện từ, chia sẻ môi trường truyền. Để đảm báo tín hiệu truyền thông suốt và sử dụng hiệu quả môi trường truyền cần có giao thức quản lý. Đó là giao thức điều khiển truy cập môi trường truyền - MAC được thực hiện qua các chức năng cộng tác (coordination function). Các chức năng cộng tác này quyết định khi nào thì thiết bị có thể truyền qua sóng không dây. Trong mạng WLAN có một số phương thức điểu khiển môi trường truy cập chính là: Chức năng cộng tác phân tán DCF. Chức năng cộng tác phân tán DCF sử dụng 2 gói tin RTS/CTS. Chức năng cộng tác điểm PCF. DCF là thành phần chính trong chuẩn 802.11 còn PCF là thành phần bổ sung nằm phía trên DCF hỗ trợ cho các lưu lượng thời gian thực. Sau này để hỗ trợ cho việc tăng chất lượng dịch vụ QoS thì một chức năng lai được thêm vào đó là HCF được giới thiệu trong chuẩn 802.11e

## 2.5. Đặc trưng họ tiêu chuẩn IEEE 802.11

### *2.5.1. Mô hình mạng*

Mạng không dây bao gồm 3 mô hình cơ bản: mô hình mạng độc lập IBSSs (hay còn gọi là mạng Ad-hoc), mô hình mạng cơ sở (BSSs), mô hình mạng mở rộng (ESSs).

**- Mô hình mạng độc lập (Ad-hoc)**



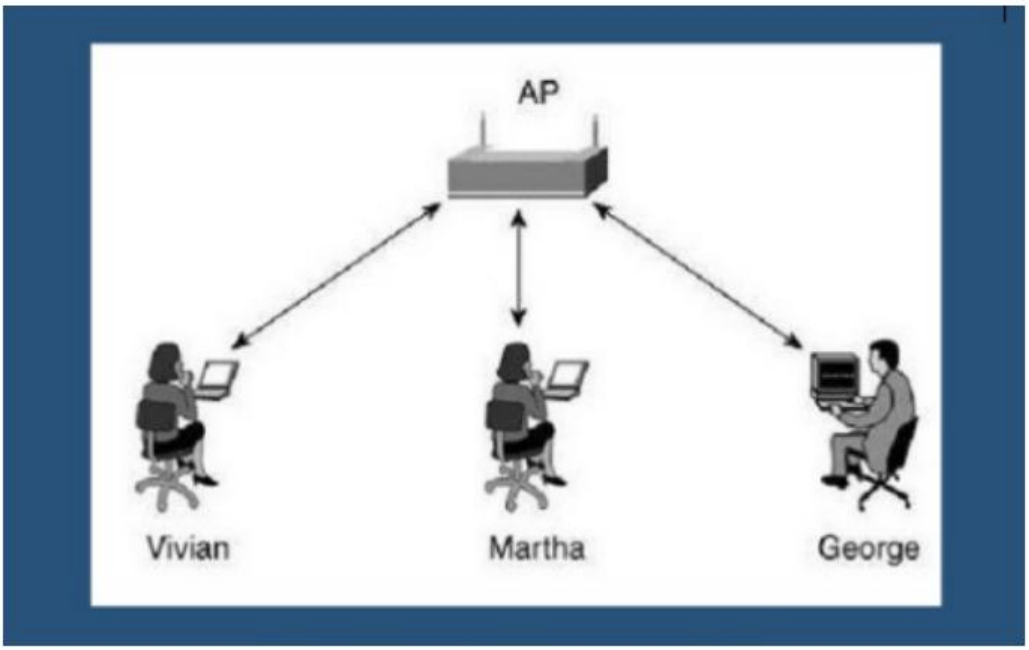

*Hình 2. 4. Mô hình mạng độc lập*

Mạng IBSSs (Independent Basic Service Set) được mô tả như hình 2.4, hay còn gọi là mạng ad-hoc, trong mô hình mạng ad-hoc các client liên lạc trực tiếp với nhau mà không cần thông qua AP nhưng phải ở trong phạm vi cho phép.

Các nút di động (máy tính có hỗ trợ card mạng không dây) tập trung lại trong một không gian nhỏ để hình thành nên kết nối ngang cấp (peer-to-peer) giữa chúng. Các nút di động có card mạng wireless là chúng có thể trao đổi thông tin trực tiếp với nhau , không cần phải quản trị mạng. Mô hình mạng nhỏ nhất trong chuẩn 802.11 là 2 máy client liên lạc trực tiếp với nhau.

Mô hình mạng Ad-hoc này có nhược điểm lớn về vùng phủ sóng bị giới hạn, mọi người sử dụng đều phải nghe được lẫn nhau.

**- Mô hình mạng cơ sở:**



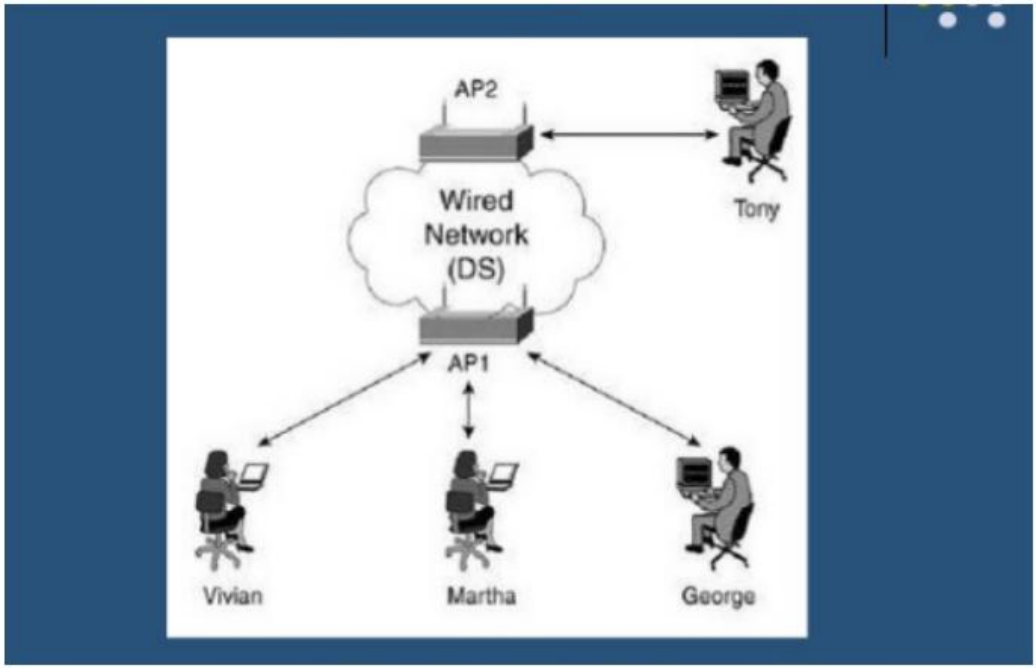

*Hình 2. 5. Mô hình mạng cơ sở*

The Basic Service Sets (BSS) được mô tả như hình 2.5, là một topology nền tảng của mạng 802.11. Các thiết bị giao tiếp tạo nên một BSS với một AP duy nhất với một hoặc nhiều client.

BSS bao gồm các điểm truy nhập AP (Access Point) gắn với mạng đường trục hữu tuyến và giao tiếp với các thiết bị di động trong vùng phủ sóng của một cell. AP đóng vai trò điều khiển cell và điều khiển lưu lượng tới mạng. Các thiết bị di động không giao tiếp trực tiếp với nhau mà giao tiếp với các AP. Các cell có thể chồng lấn lên nhau khoảng 10-15 % cho phép các

trạm di động có thể di chuyển mà không bị mất kết nối vô tuyến và cung cấp vùng phủ sóng với chi phí thấp nhất. Các trạm di động sẽ chọn AP tốt nhất để kết nối. Một điểm truy nhập nằm ở trung tâm có thể điều khiển và phân phối truy nhập cho các nút tranh chấp, cung cấp truy nhập phù hợp với mạng đường trục, ấn định các địa chỉ và các mức ưu tiên, giám sát lưu lượng mạng, quản lý chuyển đi các gói và duy trì theo dõi cấu hình mạng.

**- Mô hình mạng mở rộng:**




*Hình 2. 6. Mô hình mạng mở rộng*

Mô hình mạng mở rộng được mô tả trong hình 2.6. Mạng 802.11 mở rộng phạm vi di động tới một phạm vi bất kì thông qua ESS.Trong khi một BSS được coi là nền tảng của mạng 802.11, một mô hình mạng mở rộng ESS (extended service set) của mạng 802.11 sẽ tương tự như là một tòa nhà được xây dựng bằng đá. Một ESS là một tập hợp các BSS nơi mà các Access Point giao tiếp với nhau để chuyển lưu lượng từ một BSS này đến một BSS khác để làm cho việc di chuyển dễ dàng của các trạm giữa các BSS. Access Point thực hiện việc giao tiếp thông qua hệ thống phân phối. Hệ thống phân phối là một lớp mỏng trong mỗi Access Point mà nó xác định đích đến cho một lưu lượng được nhận từ một BSS. Hệ thống phân phối được tiếp sóng trở lại một đích trong cùng một BSS, chuyển tiếp trên hệ thống phân phối tới một Access Point khác, hoặc gởi tới một mạng có dây tới đích không nằm trong ESS. Các

thông tin nhận bởi Access Point từ hệ thống phân phối được truyền tới BSS sẽ được nhận bởi trạm đích.

### *2.5.2. Phân chia kênh và tần số*

Tại Hoa Kỳ và Canada, các triển khai WLAN 802.11 802.11 hiện tại hoạt động trong hai dải tần số: 2,412 GHz đến 2,462 GHz (nghĩa là, IEEE 802.11b và IEEE 802.11g ) và 5,180 GHz đến 5,820 GHz (nghĩa là, IEEE 802.11a và IEEE 802.11d ). Phần lớn trong số các hệ thống hiện tại được triển khai thuộc về băng tần thấp hơn do thực tế là băng này ra thị trường nhanh hơn với sự ra đời của công nghệ WLAN. Tín hiệu chuẩn IEEE 802.11g và b có một dải thông xấp xỉ 20 MHz, tương ứng với 3 kênh hoạt động đồng thời trong băng tần thấp (mặc dù có sẵn 11 kênh chồng nhau). Các kênh này có tần số trung tâm là 2,412; 2,437; 2,462 GHz.

*Bảng 2. 1. Phân bổ kênh cho các thiết bị WLAN 802.11 802.11b và IEEE 802.11g*

| Channel | Center Frequency (MHz) | US | Canada | Europe | Spain | France | Japan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2412 | x | x | x | | | |
| 2 | 2417 | x | x | x | | | |
| 3 | 2422 | x | x | x | | | |
| 4 | 2427 | x | x | x | | | |
| 5 | 2432 | x | x | x | | | |
| 6 | 2437 | x | x | x | | | |
| 7 | 2442 | x | x | x | | | |
| 8 | 2447 | x | x | x | | | |
| 9 | 2452 | x | x | x | | | |
| 10 | 2457 | x | x | x | x | x | |
| 11 | 2462 | x | x | x | x | x | |
| 12 | 2467 | | | x | | x | |
| 13 | 2472 | | | x | | x | |
| 14 | 2484 | | | | | | x |

Trong băng tần 5 GHz, hiện có 12 kênh độc lập thuộc ba phần khác nhau của băng tần Cơ sở hạ tầng thông tin quốc gia không được cấp phép (UNII): UNII-1, UNII-2 và UNII-3. Phân chia kênh và tần số tại các khu vực được mô tả trong bảng 2.1 và 2.2.

*Bảng 2. 2. Phân bổ kênh cho các thiết bị WLAN 802.11a*

| Band | Channel Number | Center Frequency (MHz) |
|---|---|---|
| UNII-1 | 36 | 5180 |
| UNII-1 | 40 | 5200 |
| UNII-1 | 44 | 5220 |
| UNII-1 | 48 | 5240 |
| UNII-2 | 52 | 5260 |
| UNII-2 | 56 | 5280 |
| UNII-2 | 60 | 5300 |
| UNII-2 | 64 | 5320 |
| Europe | 100 | 5500 |
| Europe | 104 | 5520 |
| Europe | 108 | 5540 |
| Europe | 112 | 5560 |
| Europe | 116 | 5580 |
| Europe | 120 | 5600 |
| Europe | 124 | 5620 |
| Europe | 128 | 5640 |
| Europe | 132 | 5660 |
| Europe | 136 | 5680 |
| Europe | 140 | 5700 |
| UNII-3 | 149 | 5745 |
| UNII-3 | 154 | 5765 |
| UNII-3 | 158 | 5785 |
| UNII-3 | 162 | 5805 |

### *2.5.3. Kiểu điều chế và tốc độ dữ liệu*

Bản đầu tiên của chuẩn 802.11 chỉ xác định hai tốc độ bit dữ liệu : 1 Mbps và 2 Mbps. Tín hiệu 1 Mbps được tạo bằng Điều chế khóa Dịch pha nhị phân (BPSK) đơn giản và tốc độ ký hiệu là 1 Mbps. Tín hiệu 2 Mbps đạt được hai lần tốc độ bit bằng cách sử dụng tín hiệu đồng pha (I) và trực giao (Q), sử dụng điều chế khóa dịch pha trực giao (QPSK).

Đặc điểm gốc cho 1 MHz và 2 MHz bao gồm 3 lớp vật lý: Hồng ngoại (IR), Nhảy tần (FH), Trải phổ chuỗi trực tiếp (DSSS). Bởi vì hạn chế về tầm nhìn thẳng của IR và không thể dễ dàng tăng tốc độ dữ liệu cho FH nên không thể sử dụng các kỹ thuật thông thường cho hệ thống IEEE 802.11. Tốc độ DSSS là tốc độ lớp vật lý vẫn được dùng trong các hệ thống ngày nay theo chuẩn gốc. IEEE sau đó đã mở rộng chuẩn 802.11b, thêm vào 2 tốc độ bit là 5,5 và 11 Mbps. Hai tốc độ này sử dụng điều chế khóa mã bù (CCK).

Với tốc độ 1 và 2 Mbps, mã trải Barker được sử dụng để giảm nhiễu băng hẹp.

Cả 2 chuẩn 802.11 và 802.11b đều xác định dải tần ISM 2,4 GHz. Băng tần này dùng trong lò vi sóng, điện thoại không dây, Bluetooth. Để tránh nghẽn mạng và tăng tần số cấp phát, 802.11a xác định băng tần 5 GHz. Để tăng khoảng tần mới và tăng các kênh có sẵn đồng kênh (từ 3 kênh trong băng 2,4 GHz lên 12 kênh trong băng 5 GHz), chuẩn mới bổ sung tốc độ dữ liệu từ 6 đến 54 Mbps, sử dụng điều chế ghép kênh phân chia theo tần số trực giao. 802.11a sử dụng OFDM cung cấp các tốc độ dữ liệu: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 MHz. Với tổng cộng 52 sóng mang phụ (4 tone dò đường và 48 sóng mang dữ liệu), tốc độ dữ liệu khác nhau là do mã sửa lỗi hướng đi khác nhau (FEC).

Kiểu điều chế và mã hóa của từng loại tốc độ được mô tả trong bảng 2.3 dưới đây:

*Bảng 2. 3. Mã hóa và điều chế tốc độ dữ liệu OFDM*

| Data Rate | Coding Rate | Modulation |
|---|---|---|
| 6 Mbps | 1/2 | BPSK |
| 9 Mbps | 3/4 | BPSK |
| 12 Mbps | 1/2 | QPSK |
| 18 Mbps | 3/4 | QPSK |
| 24 Mbps | 1/2 | 16-QAM |
| 36 Mbps | 3/4 | 16-QAM |
| 48 Mbps | 2/3 | 64-QAM |
| 54 Mbps | 3/4 | 64-QAM |

### *2.5.4. Phương pháp truy nhập kênh*

Quá trình điều khiển truy cập theo DCF bao gồm 2 giai đoạn: cảm nhận sóng mang và truyền tránh đụng độ. Trước khi khởi tạo quá trình truyền dữ liệu thì thiết bị cần cảm nhận sóng mang trên kênh truyền. Chuẩn 802.11 định nghĩa 2 phương thức cảm nhận sóng: cảm nhận sóng mang vật lý – PCS (Physical Carrier Sensing) và cảm nhận sóng mang ảo – VCS (Virtual Carrier Sensing).

Cảm nhận sóng mang vật lý yêu cầu thiết bị phải ở chế độ thu. Nếu có tín hiệu đến, thiết bị kích hoạt chỉ thị đánh giá kênh rỗi (CCA). Chỉ thị CCA có thể được cấu hình để kích hoạt chế độ dò tìm năng lượng (ED), cảm nhận so sánh sóng mang (CS), hoặc cả 2 chế độ trên. Chế độ dò tìm năng lượng được kích hoạt nếu năng lượng tín hiệu đến lớn hơn một mức công suất tín hiệu xác định nào đó, gọi là ngưỡng CCA. Điều này rất hữu dụng nếu thiết bị hoạt động trong các vùng có nhiễu tín hiệu không phải chuẩn IEEE 802.11,

như vi ba, Bluetooth, điện thoại cầm tay. Còn chế độ so sánh sóng mang được kích hoạt khi một tín hiệu IEEE 802.11 được dò ra trong môi trường truyền. Chế độ này độc lập với dò mức tín hiệu trong máy thu. Phần lớn các thiết bị vô tuyến được cấu hình gồm cả 2 chế độ ED và CS bằng kích kích hoạt CCA nếu một tín hiệu chuẩn IEEE 802.11 được dò thấy với mức trên ngưỡng CCA.

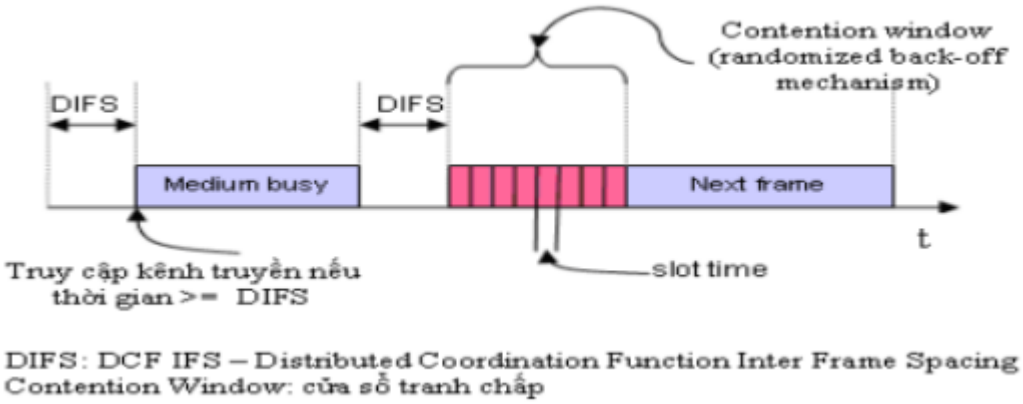
Cảm nhận sóng mang ảo bằng cách thiết lập véc tơ phân bổ mạng NAV. NAV được thiết lập mềm cho phép thiết bị biết phải chờ bao lâu trước khi kiểm tra kênh rỗi. Khi bắt đầu các gói IEEE 802.11, một trường độ dài ở trung đoạn mào đầu (header) biểu thị một gói sẽ tồn tại bao lâu. Đoạn này của gói luôn luôn được truyền đi với tốc độ có sẵn thấp nhất (6 Mbps với gói OFDM và 1 hoặc 2 Mbps với gói DSSS), do đó tất cả các thiết bị trong vùng phủ sóng của thiết bị đó đều giải mã được. Các thiết bị này sau khi giải mã đoạn mào đầu này sẽ biết được  kênh được sử dụng trong bao lâu và sẽ thiết lập NAV của nó để không truy nhập kênh trong khoảng thời gian đó. Trước khi một thiết bị có thể truyền, đầu tiên nó kiểm tra NAV để chắc chắn rằng không có gói nào đang truyền trên kênh. Nếu NAV bằng 0, thiết bị sẽ kiểm tra kênh bằng cách sử dụng cơ chế CCA vật lý để biết được nếu có thiết bị khác sử dụng kênh. Nếu kênh đang rỗi, nó sẽ bắt đầu truyền gói của mình.

Chú ý rằng thiết bị chuẩn IEEE 802.11 phải kiểm tra cả 2 cơ chế cảm nhận sóng mang vật lý và cảm nhận sóng mang ảo trước khi được phép truyền gói.

Cũng như mạng có dây, mạng WLAN sử dụng môi trường truyền chung cho nên cũng cần có cơ chế ngăn chặn đụng độ xảy ra. CSMA/CA (Carriersense multiple access with collision avoidance) là một phương thức quản lý đa truy cập với phương thức tránh đụng độ sử dụng trong mạng không dây dựa trên cơ chế CSMA. Có nghĩa là trạm sẽ chỉ truyền khi cảm nhận môi trường truyền là rỗi, và khi truyền sẽ truyền toàn bộ dữ liệu.

Cơ chế hoạt động của giao thức CSMA/CA như sau: Khi một trạm muốn truy cập môi trường truyền, trạm đó sẽ nghe xem môi trường truyền có bận hay không (đây là cơ chế CS). Nếu môi trường truyền rỗi thì trạm đó đợi một khoảng thời gian ít nhất là DIFS để truy cập môi trường truyền (đây là cơ chế MA). Nếu môi trường truyền bận, trạm muốn truyền đó sẽ đợi một khoảng thời gian DIFS cộng với thời gian hoãn truyền back-off được chọn

ngẫu nhiên trong cửa sổ tranh chấp (Contention Window). Sau mỗi khoảng thời gian DIFS, nếu môi trường truyền rỗi, thời gian back-off này được giảm đi 1, ngược lại được giữ nguyên cho khoảng thời gian DIFS tiếp theo. Tuy nhiên, nếu một trạm bất kỳ khác đã truy cập môi trường truyền trước khi thời gian back-off của trạm này giảm đến 0 thì bộ đếm back-off sẽ tạm dừng cho đến lần truy cập tiếp theo (đây là cơ chế CA). Mặc dù vậy khi thời gian back-off kết thúc, trạm truyền bắt đầu truyền gói tin, tại giai đoạn này khả năng đụng độ có thể tái xảy ra. Nhưng nhìn chung cơ chế back-off giúp giảm thiểu xác suất xảy ra đụng độ.




*Hình 2. 7. Giao thức truy cập CSMA/CA*

Giao thức CSMA/CA được mô tả trong hình 2.7. Nó còn sử dụng gói tin ACK để giúp phát hiện đụng độ. Việc sử dụng ACK khá đơn giản, khi một thiết bị không dây gửi gói tin, trạm nhận sẽ đáp lại bằng ACK nếu như gói tin đó được nhận đúng và đầy đủ. Nếu trạm gửi không nhận được ACK thì nó xem như là đã có xung đột xảy ra và truyền lại gói tin. CSMA/CA giảm nguy cơ đụng độ xảy ra tuy nhiên không thể loại bỏ hoàn toàn các vấn đề tiềm ẩn. Một cải tiến được áp dụng là bổ sung việc sử dụng cặp gói tin điều khiển RTS/CTS.

### *2.5.5. Yêu cầu tỉ số SNR và độ nhạy thu*

Trong các hệ thống thông tin, xác suất lỗi tín hiệu tỉ lệ với tỉ số tín/tạp SNR được yêu cầu để giải mã tín hiệu. Tín hiệu càng khó giải điều chế, SNR càng phải lớn để giải mã được. Trong điều chế khóa dịch pha PSK, việc sử dụng các trạng thái pha bổ sung gây ra lỗi, do đó yêu cầu SNR lớn hơn để giải

mã. Nếu một tín hiệu có độ dư, như trong trường hợp mã chập, SNR yêu cầu nhỏ hơn.

Trên thực tế, SNR yêu cầu thường lớn hơn giá trị lý thuyết do các điều kiện ảnh hưởng. Giá trị SNR thường lấy tại điểm 10 % tốc độ lỗi gói (PER).

Tỉ số sóng mang/nhiễu CIR gần giống với SNR yêu cầu của một tốc độ dữ liệu. Đó là lượng công suất tín hiệu một sóng mang phải lớn hơn một tín hiệu nhiễu trước khi PER của nó giảm tới một mức nhất định. Điểm khác nhau cơ bản giữa CIR và SNR là nhiễu tạp trong CIR thường là từ một nguồn vô tuyến khác, với giới hạn PER của thiết bị lớn hơn nhiều nền tạp AWGN.

Độ nhạy của một đường kết nối vô tuyến là tín hiệu nhỏ nhất mà một thiết bị vô tuyến có thể nhận được mà vẫn bảo đảm được một tỉ số PER (thông thường là 10%). Nó tỉ lệ trực tiếp với SNR yêu cầu của một tốc độ dữ liệu trong một dải thông nào đó. Trong dải thông 20 MHz, AWGN khoảng -99 dBm. Trong trường hợp một tín hiệu BPSK yêu cầu khoảng 1 dB SNR với PER 10 %, độ nhạy của máy vô tuyến là -99 + 1 = -98 dBm. Thường các thiết bị chuẩn IEEE 802.11 có độ nhạy thực tế tốt hơn so với độ nhạy yêu cầu của chuẩn IEEE 802.11, các giá trị này được mô tả trong bảng 2.4.

*Bảng 2. 4. Độ nhạy yêu cầu và độ nhạy thông thường thiết bị IEEE 802.11*

| Rate (Mbps) | Required Sensitivity (dBm) | Typical Sensitivity (dBm) |
|---|---|---|
| 54 | -65 | -75 |
| 48 | -66 | -76 |
| 36 | -70 | -82 |
| 24 | -74 | -84 |
| 18 | -77 | -87 |
| 12 | -79 | -89 |
| 9 | -81 | -90 |
| 6 | -82 | -91 |
| 11 | -76 | -89 |
| 5.5 | -74 | -92 |
| 2 | -80 | -95 |
| 1 | -84 | -97 |

### *2.5.6. Thông lượng*

Thông lượng của một đường kết nối thông tin là lượng dữ liệu thực tại, đường gọi là tải dữ liệu. được chuyển trong hệ thống trong một đơn vị thời gian. Thông lượng phụ thuộc vào nhiều thông số khác như tốc độ dữ liệu, số lượng thiết bị, thời gian truy nhập kênh, kích thước tải, các bit phụ… Trong truyền thông số, thường gửi dữ liệu qua các gói, thông lượng một đường kết

nối thường nhỏ hơn tốc độ dữ liệu, do trong mỗi gói có đoạn mào đầu, tuy không phải tải dữ liệu nhưng giúp nâng cao hiệu suất truyền.

Nếu có nhiều hơn một máy khách cạnh tranh truy nhập kênh vào một điểm truy nhập AP, thông lượng dành riêng là thông lượng được chia điều cho tất cả các máy khách, với giả định tất cả các máy này đang chờ để truyền gói. Ví dụ 5 máy khách cạnh tranh truy nhập vào 1 AP tốc độ 54 Mbps, thông lượng là 30,8 Mbps khi các gói 1518 byte được sử dụng, thì thông lượng dành riêng cho mỗi đường kết nối là 6,16 Mbps.

Một danh sách SNR yêu cầu thông thường và thông lượng cho một đường kết nối 1 chiều từ máy khách đến AP được đưa ra trong bảng 2.5. Giá trị thông lượng giả kích thước các gói là 1518 byte.

*Bảng 2. 5. SNR cần thiết, 10% PER và thông lượng cho tốc độ dữ liệu đã cho*

| Rate (Mbps) | Required SNR (dB) | Throughput (Mbps) |
|---|---|---|
| 54 | 24.5 | 30.8 |
| 48 | 21 | 28.5 |
| 36 | 18 | 23.8 |
| 24 | 15 | 17.7 |
| 18 | 12 | 14.2 |
| 12 | 9 | 10.1 |
| 9 | 7 | 7.8 |
| 6 | 5 | 5.4 |
| 11 | 8.5 | 8 |
| 5.5 | 4.5 | 3 |
| 2 | 4 | 1 |
| 1 | 1 | 0.5 |

## 2.6. Kết luận chương

Chương 2 đi vào trình bày vấn đề về kiến trúc phân lớp MAC của hệ thống WLAN, chức năng phối hợp phân tán DCF, chức năng phối hợp điểm PCF, cấu trúc khung tin dữ liệu giao thức lớp MAC.

Nội dung trọng tâm của chương đi vào đặc trưng của họ tiêu chuẩn 802.11 áp dụng cho các hệ thống WLAN. Từ mô hình tổ chức mạng, phân chia kênh và tần số, kiểu điều chế và tốc độ dữ liệu, phương pháp truy nhập kênh đến tỷ số SNR, độ nhạy thu, thông lượng… đều được giới thiệu chi tiết, làm tiền đề cho việc nghiên cứu sự suy giảm thông lượng liên quan đến các đặc trưng này ở chương sau.

# CHƯƠNG 3: GIẢI PHÁP MỞ RỘNG DUNG LƯỢNG WLAN

## 3.1. Một số lý thuyết liên quan về cell mạng WLAN

Khái niệm cell ban đầu được hình thành như một phương pháp cung cấp quyền truy cập cho điện thoại di động trên một khu vực địa lý. Mỗi điện thoại sẽ kết nối với nhiều trạm cố định được triển khai để bao phủ một khu vực vật lý lớn. Mỗi vùng đất trạm dựa trên cung cấp vùng phủ sóng của riêng nó hoặc tế bào di động, kết nối các thiết bị bên trong nó đến hệ thống điện thoại có dây. Nếu mỗi trạm gốc được đặt đúng cách, người dùng sẽ di chuyển từ một ô tiếp theo sẽ trải nghiệm phạm vi bảo đảm không bị gián đoạn vì một ô sẽ xóa tay gọi cho người khác. Thủ tục bắt tay này còn được gọi là dịch vụ chuyển vùng trực tuyến (roaming).

Một hệ thống tương tự như kiến trúc di động cho điện thoại ngày nay được sử dụng trong thiết kế mạng WLAN, nhưng trên một vùng phủ sóng nhỏ hơn. Thay vì điện thoại di động kết nối với trạm cố định, máy tính xách tay không dây, PDA, điện thoại và các máy khách khác kết nối với AP. Các AP có diện tích vùng phủ sóng nhỏ hơn nhiều so với trạm di động do độ nhạy của tốc độ mạng WLAN và giới hạn công suất máy phát, nhưng vẫn tồn tại cấu trúc tế bào tương tự. Trong triển khai mạng WLAN quy mô lớn, nhiều AP cần được đặt một cách hợp lý để bao quát đúng tất cả các khu vực cần kết nối thông qua kênh không dây. Khi người dùng di chuyển qua môi trường mỗi AP cần kết nối với AP lân cận để cung cấp chuyển vùng liền mạch, giống như trong các hệ thống điện thoại di động.

### *3.1.1. Mô hình các cell*

Để tạo điều kiện dễ dàng mô hình hóa một hệ thống tế bào, mỗi tế bào được thể hiện bằng một hình dạng hình học, điển hình là một hình lục giác. Trung tâm của tế bào là nơi đặt trạm gốc được đặt và nó có thể giao tiếp với bất kỳ thiết bị di động nào trong phạm vi của nó, giới hạn bởi đường viền của hình lục giác. Nếu ảnh hưởng tổn hao đường truyền là nghiêm trọng do vật cản và che khuất tín hiệu mô hình này có thể không chính xác, nhưng nó luôn là điểm khởi đầu lý thuyết cơ bản tốt. Các tế bào được nhóm lại với nhau thành các sắp xếp cụ thể được gọi là cụm. Mỗi cụm phải được tạo ra theo cách sẽ cung cấp khả năng mở rộng và ngăn ngừa các khoảng trống trong

vùng phủ sóng. Để duy trì yêu cầu này, một cụm phải chứa N ô được xác định bởi công thức sau (theo tài liệu [9]:

$$N = i^2 + ij + j^2 \qquad (3.1)$$

Với i, j là các số nguyên không âm.

Để tìm một ô hoạt động trên cùng một kênh được cung cấp một cụm ô N, hãy di chuyển số i của các ô theo chiều ngang và sau đó xoay 60 độ ngược chiều kim đồng hồ và di chuyển các ô j. Điều này dẫn đến kích thước cụm ô có thể là 3, 4, 7, 9, 12, 13 hoặc bất kỳ giá trị nào của N theo (3.1). Tất cả các ô khác trong cụm đã cho sẽ hoạt động ở tần số khác nhau.

### *3.1.2. Nhiễu và dùng lại tần số*

Ở cấp độ hệ thống, nhiễu có thể được chia thành hai loại: đồng kênh và khác kênh. Xảy ra nhiễu đồng kênh nếu tín hiệu gây nhiễu đang được truyền trên cùng tần số với tín hiệu mong muốn. Nhiễu sóng ngoài kênh xảy ra khi có bất kỳ tín hiệu nào bật một tần số khác nhau chảy vào kênh mong muốn, thường là do hạn chế thực tế của các bộ lọc của mạch phát và thu.

Nhiễu kênh lân cận là một loại nhiễu ngoài kênh liên quan đến nhiễu gây ra bởi các kênh lân cận lân cận theo tần số. Sự lân cận xen kẽ đề cập đến nhiễu gây ra từ các kênh ngoài tần số không liền kề với tín hiệu mong muốn (nghĩa là, 2 hoặc nhiều hơn các kênh đi). Nhiễu lân cận xen kẽ thường ít hơn so với nhiễu liền kề do các kênh được đặt cách nhau về tần số.

Thông số kỹ thuật của chuẩn 802.11 đặt giới hạn cho phép loại bỏ kênh liền kề và xen kẽ tối thiểu được phép cho radio. Đối với hệ thống DSSS, tất cả các thông số kỹ thuật kênh liền kề được đặt thành 35 dB. Điều này có nghĩa là rằng một kênh lân cận sẽ có thể tăng công suất tín hiệu của nó xuống dưới 35 dB so với kênh tín hiệu lân cận và vẫn có thể hoạt động mà không có lỗi gói đáng kể. Đối với OFDM hệ thống, giới hạn từ chối này phụ thuộc vào tốc độ dữ liệu. Một danh sách các thông số kỹ thuật được đưa ra trong Bảng 3.1 dưới đây.

*Bảng 3. 1. Yêu cầu loại bỏ nhiễu lân cận và nhiễu lân cận xen kẽ cho hệ thống IEEE 802.11 OFDM*

| Rate (Mbps) | Adjacent Ch. Rejection (dB) | Alternate Adjacent Ch. Rejection (dB) |
|---|---|---|
| 6 | 16 | 32 |
| 9 | 15 | 31 |
| 12 | 13 | 29 |
| 18 | 11 | 27 |
| 24 | 8 | 24 |
| 36 | 4 | 20 |
| 48 | 0 | 16 |
| 54 | -1 | 15 |

Khi xem xét kỹ hơn về Bảng 2.6, có thể thấy rằng sự khác biệt giữa yêu cầu SNR từ Bảng 2.5 và yêu cầu loại bỏ của Bảng 2.6 cung cấp giá trị không đổi tương đối của loại bỏ kênh liền kề độc lập với tốc độ dữ liệu. Các loại bỏ được hiển thị trong Bảng 2.6 thêm SNR được yêu cầu trong Bảng 2.5 cho một tỷ lệ nhất định mang lại khoảng loại bỏ 25 dB cho các kênh lân cận và loại bỏ 42 dB cho các kênh liền kề thay thế. Các giá trị này sẽ được sử dụng để mô phỏng lượng loại bỏ có sẵn cho các thiết bị, mặc dù chúng là những trường hợp xấu nhất. Hầu hết các thiết bị cung cấp độ loại bỏ tốt hơn so với điều này, độ loại bỏ tùy thuộc vào thiết kế máy thu và thay đổi tùy theo nhà cung cấp. Nó cũng sẽ giả định rằng đặc điểm kỹ thuật lân cận xen kẽ là trường hợp xấu nhất cho tất cả không liền kề các tế bào ngoài kênh.

Tất cả các loại nhiễu có thể gây suy giảm hệ thống nếu mức độ đủ lớn để ảnh hưởng đến CIR của tín hiệu thu được. Một cách giúp giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu đồng kênh là đặt các ô có cùng tần số ở khoảng cách mà công suất nhận được của chúng sẽ là thấp nhất có thể ở các ô có cùng tần số khác. Khoảng cách này là được gọi là khoảng cách tái sử dụng tần số thích hợp. Khoảng cách tái sử dụng phù hợp sau đó có thể được tính bằng tỷ lệ khoảng cách giữa các cell đồng kênh D và bán kính cell theo kế hoạch R. Tỷ lệ D/R thích hợp, còn được gọi là tỷ lệ tái sử dụng đồng kênh hoặc Q, phụ thuộc vào số lượng kênh có sẵn N: (theo [9])

$$\frac{D}{R} = Q = \sqrt{3N} \qquad (3.2)$$

Nếu chỉ xem xét bán kính đồng tâm đầu tiên của các ô đồng kênh, thì kết quả CIR cho một máy khách trong cell có thể được tính xấp xỉ theo [9]:

$$CIR = \frac{(\sqrt{3N})^n}{i} \qquad (3.3)$$

Trong đó i là số lượng ô đồng kênh lân cận và n là số mũ trung bình yếu tố tổn hao đường truyên cho môi trường nhất định. Trong trường hợp máy khách Client nằm ở rìa của thiết bị tế bào, một trường hợp xấu nhất CIR được tính bởi: (theo [9])

$$CIR = \frac{1}{2(Q-1)^{-n} + 2(Q+1)^{-n} + 2Q^{-n}} \qquad (3.4)$$

### *3.1.3. Mô hình tổn hao đường truyền và cường độ tín hiệu*

Tất cả các thiết bị không dây hoạt động bằng cách truyền sóng vô tuyến qua một môi trường mở. Khi sóng vô tuyến lan truyền, cường độ tín hiệu giảm dần trong một bản chất theo cấp số nhân. Sự giảm biên độ tín hiệu này có thể được mô hình hóa trong một đại lượng trung bình theo [8]:

$$PL(d) = 10\log_{10}(\frac{\lambda}{4\pi d})^2 \qquad (3.5)$$

Trong đó λ là bước sóng tín hiệu và PL(d) là tổn hao đường truyền ở khoảng cách d.

Trong một liên kết vô tuyến, tín hiệu truyền trong không gian ba chiều từ ăng ten. Ăng ten sẽ khuếch đại hoặc suy hao tín hiệu tùy theo hướng bức xạ và tính định hướng của anten. Một ăng ten truyền năng lượng theo mọi hướng như nhau là gọi là bộ phát xạ đẳng hướng. Một ăng ten lấy năng lượng và tập trung tín hiệu theo hướng không gian nhất định , tạo ra hướng anten. Khi xem xét ảnh hưởng của công suất máy phát và mức tăng anten, công suất tín hiệu nhận được ở khoảng cách d là được cho bởi: (theo [8])

$$PL(d) = 10\log_{10}(\frac{Pt.Gt.Gr\lambda^2}{(4\pi)^2 d^n}) \qquad (3.6)$$

Trong đó Pt là công suất phát, Pr là công suất nhận được, Gt là độ tăng ích của anten phát và Gr là độ tăng ích của anten thu.

Ta sẽ giả định rằng tất cả các ăng-ten hoạt động với mức tăng ích 0 dB theo kiểu đa hướng. Nói cách khác, không có mức tăng ích hoặc định hướng ăng-ten sẽ được xem xét.

Công suất nhận được cũng có thể được tính tương đối với một điểm khác trong không gian. Nếu chúng ta đo tổn thất đường truyền ở khoảng cách

đã biết $d_0$ từ thiết bị truyền, công suất thu tại điểm bất kỳ nào khác d, được cho bởi: (theo [8])

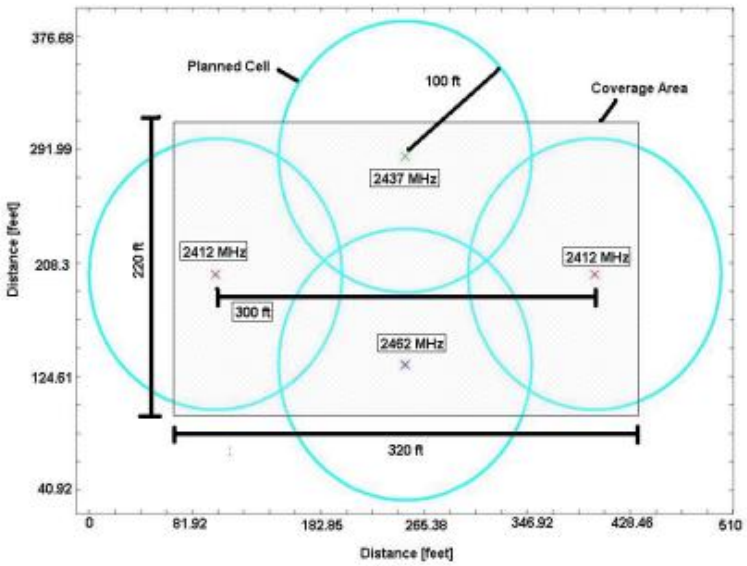
$$\Pr(d) = Pt - PL(d_0) - 10\,\text{nlog}(\frac{d}{d_0}) \qquad (3.7)$$

Hầu hết các mô phỏng và dẫn xuất trong nghiên cứu này sẽ lấy đơn vị độ dài là Foot (ft). Biến n trong (3.7) sẽ luôn được giả định, d có đơn vị ft, $d_0$ luôn luôn là 1 ft và $P_L$ ($d_0$) là tổn hao đường truyền ở 1 feet. Ở mức 5 GHz, đây là khoảng 30 dB theo (3.5).

### *3.1.4. Kích thước cell*

*a. Cell quy hoạch*

Cell quy hoạch trong triển khai mạng WLAN là khu vực vật lý mà AP được thiết kế để phủ sóng. Khu vực này có thể lớn nếu sử dụng hướng triển khai với mục đích phủ sóng, hoặc nhỏ hơn nếu có mục đích nâng cao dung lượng. Để minh họa ô được lên kế hoạch, hãy xem xét một triển khai 2.4 GHz trong một khu vực hình chữ nhật 220 ft x 320 ft. Trong băng tần 2,4 GHz hiện tại, ba kênh cùng tồn tại là: kênh 1 (2,412 GHz), kênh 6 (2,437 GHz) và kênh 11 (2,462 GHz). Nếu cần triển khai theo hướng phủ sóng, bốn AP với bán kính 100 ft có thể được định vị để bao phủ toàn bộ khu vực như trong Hình 3.1 dưới:




*Hình 3. 1. Kích thước cell quy hoạch thiết lập để bao phủ khu vực 220 x 320 ft*

Trong hình, các vòng tròn là kích thước cell được quy hoạch với bán kính 100 ft, được đặt sao cho để bao quát toàn bộ khu vực. Bất kỳ khách hàng

nào trong bán kính cell quy hoạch được giả định đều có thể là giao tiếp với AP tại trung tâm của nó. Các vị trí X là vị trí của mỗi AP, với tần số của AP đó được ghi bên cạnh nó. Khu vực bên trong hình chữ nhật đại diện cho vùng phủ sóng mong muốn, là tổng không gian địa lý được các AP bao phủ thông qua kênh vô tuyến. Vì bốn AP được sử dụng để phủ sóng khu vực này và chỉ có ba kênh khả dụng, một tần số (2,412 MHz) được lặp lại tại khoảng cách 300 ft (theo công thức theo (2.2)) từ cell đồng kênh của nó. Cell quy hoach là khu vực trong đó một AP sẽ bao phủ bất kỳ khách hàng nào bên trong nó. Kích thước cell không được thiết lập bởi bất kỳ cấp nào, nhưng được chỉ định bởi các nhà thiết kế của mạng dựa trên dung lượng yêu cầu của việc triển khai.

*b. Cell tranh chấp vật lý*

Kích thước cell được tạo bởi mức ngưỡng CCA vật lý được gọi là kích thước cell tranh chấp vật lý. Cell tranh chấp vật lý là khu vực mà các thiết bị sẽ cạnh tranh hoặc tranh chấp kết nối với thiết bị tại trung tâm của nó theo cơ chế đánh giá kênh rỗi vật lý. Do đó, tất cả các thiết bị trong một cell tranh chấp vật lý chia sẻ kênh theo các khoảng thời gian khác nhau, dẫn đến thông lượng suy giảm tỷ lệ thuận với số lượng thiết bị bên trong vật lý tế bào tranh chấp.

Như đã nêu trong phần trước, ngưỡng CCA bị giới hạn trong IEEE 802.11a là tối đa -82 dBm. Biến đổi công thức (3.7) , kích thước cell có thể được tính từ công suất tín hiệu thu. Nếu công suất thu được đặt bằng với ngưỡng CCA, một cell tranh chấp bán kính có thể được tính như sau:

$$r(thresh) = d_0 10^{\frac{Thresh - Pt + PL(d_0)}{-10n}} \qquad (3.8)$$

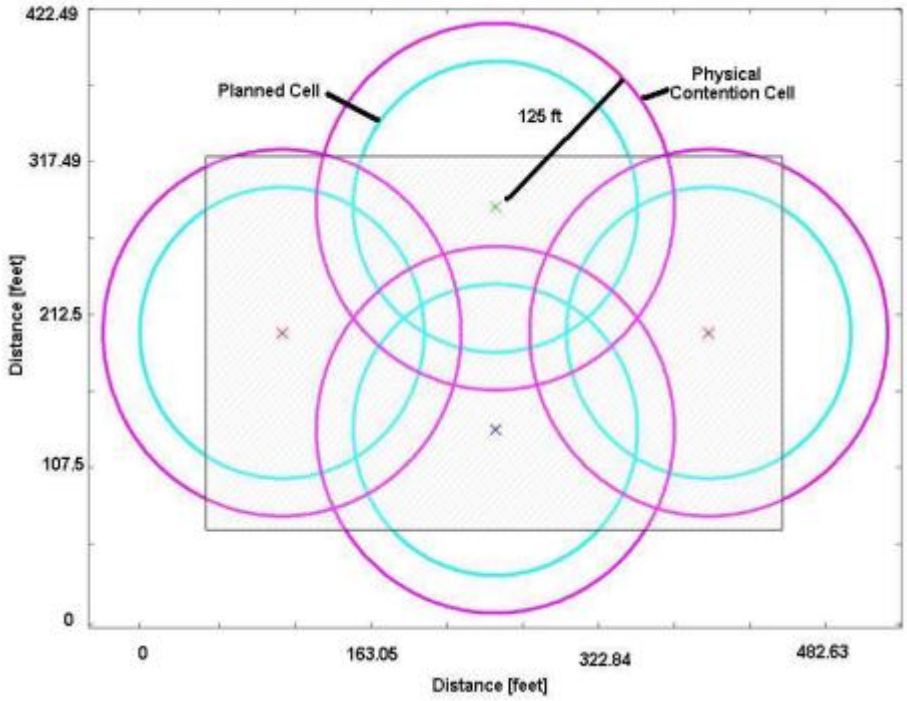
Trong đó *Thresh* là giá trị ngưỡng tính theo dB, Pt là công suất máy phát, $P_L$ ($d_0$) là tổn hao đường truyền ở khoảng cách đã biết $d_0$ và n là hệ số tổn hao đường truyền theo hàm mũ.

Kích thước ô vật lý phụ thuộc vào ngưỡng CCA của máy thu, n, và Pt. Chúng ta giả định rằng Pt bằng nhau cho tất cả các thiết bị (máy khách và AP), do đó, kích thước cell tranh chấp vật lý sẽ giống nhau cho toàn bộ triển khai với 1 ngưỡng ngưỡng CCA và N cho trước. Giả sử một máy vô tuyến

đang hoạt động ở mức Pt là 11 dBm với n là 3, ngưỡng CCA là -82 dBm thì bán kính cell tranh chấp vật lý sẽ là:

$$r(-82) = 1x10^{\frac{-82-11+30}{-10x3}} = 125\,ft \qquad (3.9)$$

Bán kính cell quy hoạch và cell tranh chấp vật lý ở tần số 2,4 Ghz với ngưỡng CCA là -82 dBm được thể hiện như trong hình 3.2 dưới đây:




*Hình 3. 2. Cell quy hoạch và cell tranh chấp vật lý với ngưỡng CCA là -82 dBm*

Các vòng tròn bên ngoài của Hình trên là kích thước cell tranh chấp vật lý của mỗi AP cho ngưỡng CCA là -82 dBm ở mỗi tần số AP (có cùng tần số với Hình 3.1). Khi các AP  cùng kênh không nằm trong cell tranh chấp của nhau, nên cả hai sẽ không tranh chấp CCA vật lý với nhau và sẽ không hoãn truyền do nguyên nhân từ đối phương.

*c. Cell tranh chấp ảo*

Cell tranh chấp ảo là phạm vi mà một thiết bị ở trung tâm của cell có thể nhận các tín hiệu IEEE 802.11 khác và giải mã chúng. Phạm vi này được đặt theo độ nhạy của tốc độ dữ liệu thấp nhất có thể có trên thiết bị. Với radio DSSS, nó được đặt bởi độ nhạy của tốc độ dữ liệu 1 hoặc 2 Mb/giây và với các thiết bị chỉ có khả năng tín hiệu OFDM, là độ nhạy của tốc độ dữ liệu 6 Mbps. Cell tranh chấp ảo không được đặt theo độ nhạy tại tốc độ dữ liệu hiện

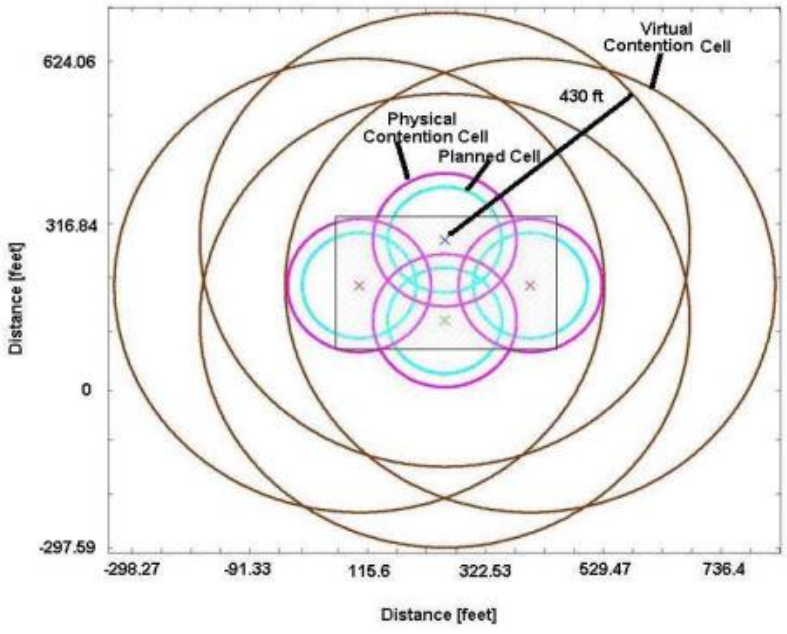
tại mà thiết bị vô tuyến đang hoạt động, mà là với tốc độ dữ liệu thấp nhất thiết bị có thể hoạt động.

Cell tranh chấp ảo khiến các cell trong bán kính của nó phải chờ gửi một gói tin "cạnh tranh ảo" để truy cập vào kênh thời gian. "Cạnh tranh ảo" này được hiểu là các thiết bị muốn truyền gói phải chờ, do cơ chế CCA ảo (đặt giá trị NAV thành giá trị của trường độ dài gói được tìm thấy trong các thiết bị khác), không phải do theo cơ chế CCA vật lý (đo vật lý việc sử dụng kênh). Cell tranh chấp ảo gây ra sự suy giảm thông lượng theo cách tương tự như sự cell tranh chấp vật lý. Vì tất cả các thiết bị trong cell tranh chấp ảo sẽ ngừng truyền các thiết bị khác, tất cả các thiết bị trong cell sẽ chia sẻ thông lượng trong thời gian chia sẻ.

Lấy ví dụ, trường hợp giả định như trong hai phần a, b trước. Giả sử một máy vô tuyến có khả năng tốc độ 1 Mbps đang hoạt động ở mức Pt là 11 dBm và n là 3, độ nhạy -98 dBm (độ nhạy thông thường ở tốc độ 1 Mbps) dẫn đến bán kính tế bào tranh chấp ảo là:

$$r(-98) = 1x10^{\frac{-98-11+30}{-10x3}} = 430\,ft \qquad (3.10)$$

Mô tả trường hợp này như trong hình 3.3.




*Hình 3. 3. Kích thước cell quy hoạch, cell tranh chấp vật lý vàcell tranh chấp ảo với độ nhạy -98 dBm*

Bốn vòng tròn lớn hơn hiển thị kích thước cell tranh chấp ảo của bốn AP trong hệ thống. Bởi vì hai AP cùng kênh (hai AP bên ngoài hoạt động ở 2,412 MHz) nằm trong các tế bào tranh chấp ảo khác, cả hai sẽ đặt NAV của nó để giữ truyền trong thời gian của bất kỳ gói tin nào nó nghe được từ ô khác. Cả hai cell này, mặc dù hoạt động với các AP riêng biệt, sẽ chia sẻ kênh, dẫn đến suy giảm thông lượng tỷ lệ thuận với số lượng thiết bị bên trong ô tranh chấp ảo.

Trong các hình 3.2 và 3.3, kích thước cell vật lý và ảo của các thiết bị hoạt động tại cùng một kênh (các cell tranh chấp đồng kênh) được quan tâm. Những tế bào này chỉ ảnh hưởng lớn cho các thiết bị hoạt động trên cùng tần số. Điều quan trọng cần lưu ý là kích thước cell tranh chấp cũng tồn tại cho các cell ngoài kênh, tuy nhiên chúng thường nhỏ hơn nhiều. Kích thước của chúng tùy thuộc vào độ loại bỏ nhiễu ngoài kênh bởi các bộ lọc và các phương thức CCA (Phát hiện năng lượng (ED) hoặc Cảm nhận so sánh sóng mang (CS)) của các máy thu trong triển khai. Hầu hết các tham chiếu đến kích thước ô tranh chấp sẽ được coi là kích thước đồng kênh trừ khi có quy định khác.

## 3.2. Các yếu tố hạn chế thông lượng mạng WLAN

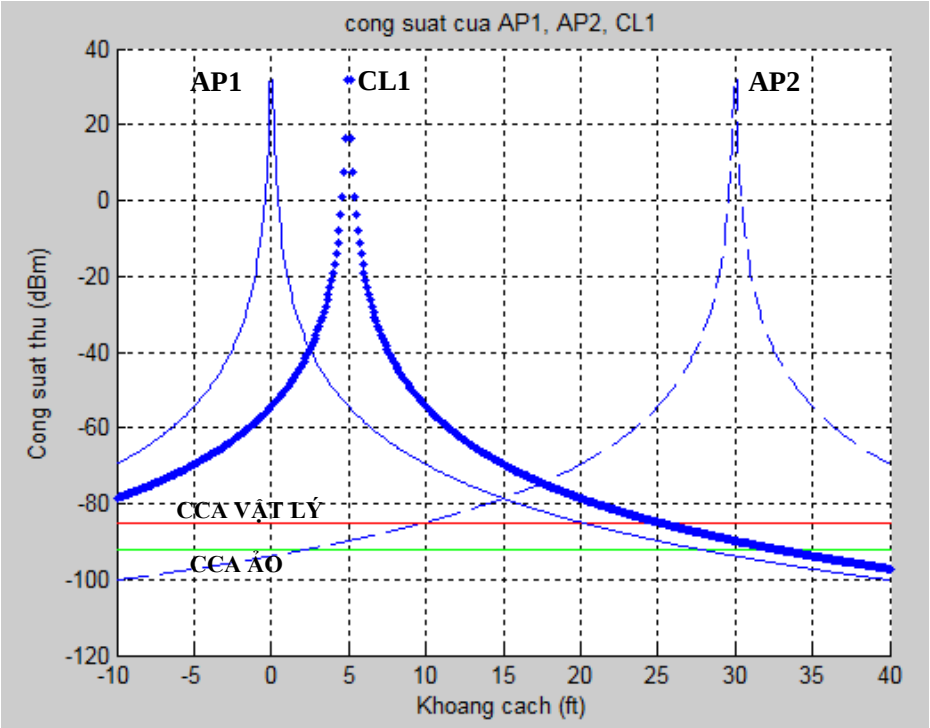
### *3.2.1. Mặt hạn chế của các hệ thống WLAN theo chuẩn IEEE 802.11*

*a. Hạn chế của cơ chế đánh giá kênh rỗi vật lý*

Việc thu nhỏ kích thước vùng phủ sóng về mặt lý thuyết có thể giúp thông lượng tốt hơn cho mỗi người dùng. Tuy nhiên, trong giao thức IEEE 802.11, do giao thức truy cập kênh CSMA/CA, mỗi trạm có một cơ chế vật lý và cơ chế ảo để phát hiện nếu có bất kỳ máy khách nào khác đang sử dụng kênh và trì hoãn truyền nếu kênh đang được sử dụng. Ngưỡng công suất mà trên ngưỡng này một trạm sẽ hoãn truyền vật lý bị giới hạn ở mức tối đa -82 dBm bởi giao thức IEEE 802.11a. Mức này là được chọn do độ nhạy yêu cầu tối thiểu của tốc độ thấp nhất trong 802.11a, là 6 Mb/giây.

Để thể hiện một khía cạnh sự kém hiệu quả của giao thức IEEE 802.11, hãy xem xét một cấu hình có thể có 2 AP (một là AP mong muốn và một cái khác là nhiễu đồng kênh) và 1 máy khách. Giả sử cả 3 thiết bị đều hoạt động ở công suất máy phát 11 dBm, công suất mô phỏng cấu hình với khoảng cách

máy khách là 5 ft và khoảng cách tái sử dụng đồng kênh là 30 ft, được hiển thị trong Hình 3.4 dưới:




*Hình 3. 4. Mô hình công suất tại các khoảng cách gồm 2 AP đồng kênh và 1 máy khách*

Máy khách (CL1) đang liên lạc với AP1, và AP2 là một nhiễu đồng kênh. Nếu bán kính cell R là 10 ft, khoảng cách sử dụng lại tần số D sẽ là 30 ft theo công thức (3.2) và CL1 nằm cách AP1 5 ft, nằm trong bán kính vùng phủ tốt của nó. Công suất tại mỗi khoảng cách được mô hình hóa bởi công thức (3.7). Rõ ràng Client có đủ CIR để giải mã và có thể giao tiếp với AP1. Nhưng vì công suất tín hiệu CL1 thu từ AP2 ở trên ngưỡng CCA của CL1, CL1 sẽ hoãn truyền vì phát hiện đường truyền từ AP2.

Mặc dù CL1 không ở cùng ô với AP2, nhưng nó vẫn không truyền được do cơ chế CCA vật lý của nó và về cơ bản chia sẻ kênh theo kiểu TDMA với AP2. Nếu giả định rằng cả liên kết AP1 và AP2 đều hoạt động tối đa dung lượng, thông lượng dành riêng có thể được cung cấp cho CL1 sẽ được chia một nửa và được chia sẻ giữa liên kết AP1-CL1 và liên kết AP2 (không hiển thị), dẫn đến không hiệu quả trong băng thông. Việc chia sẻ kênh này xảy ra do Cơ chế CCA vật lý của thiết bị, mặc dù thực tế là CL1 có đủ CIR để giải mã tín hiệu từ AP1.

*b. Hạn chế của cơ chế đánh giá kênh rỗi ảo*

Một tình huống tương tự như mô tả trên tồn tại do cơ chế đánh giá kênh ảo. Vì CL1 trong phần trên sẽ giải mã bất kỳ tín hiệu nào trong hoặc ngoài cell hoạt động của nó (bất cứ tín hiệu gì -92 dBm hoặc cao hơn với giả sử 6 Mb/giây là tốc độ dữ liệu thấp nhất có thể hoạt động tại), nó sẽ ngừng truyền khi nhận được gói từ AP2. Nếu một gói đến một trạm lớn hơn độ nhạy của máy thu, nó sẽ được giải mã ngay cả khi gói đó là không phải để gửi cụ thể cho Client đó.

Bởi vì máy khách có thể giải mã trường độ dài trong gói này, nó sẽ đặt NAV của nó để hoãn truyền trong suốt thời gian của gói nhận được. Điều này cũng dẫn đến sự không hiệu quả của kênh, vì CL1 đang dành thời gian chờ đợi các gói không nằm trong cell hoạt động riêng của nó sẽ không ảnh hưởng đến khả năng nhận các gói từ AP1 từ một quan điểm CIR.

### *3.2.2. Yếu tố ảnh hưởng thông lượng mạng WLAN*

Từ quan điểm năng lượng bức xạ, thông lượng có thể bị giới hạn bởi các mức công suất tín hiệu theo 4 cách: Tỷ số CIR không đủ, nút lộ, nút ẩn và sự hoãn truyền không cần thiết. Sự suy giảm thông lượng như CIR không đủ không thể được khắc phục bằng phương pháp trình bày trong luận văn, tuy nhiên ba phương pháp khác có thể.

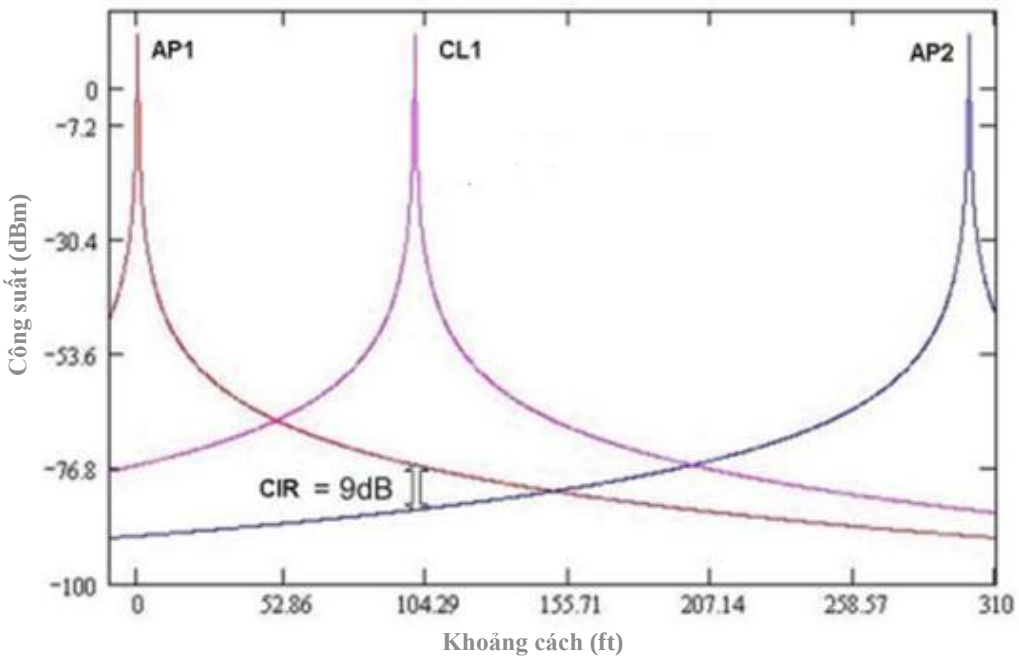
*a. CIR không đủ*

Để giải mã tín hiệu nhất định, thiết bị phải nhận được công suất tín hiệu mong muốn ở mức lớn hơn công suất nhiễu. Sự chênh lệch công suất này là CIR cần thiết để giải mã một tín hiệu. Như đã nêu trong Chương II, CIR yêu cầu phụ thuộc vào tốc độ dữ liệu vận hành. Các CIR và SNR điển hình cho tốc độ dữ liệu của IEEE 802.11 được hiển thị trong Bảng 2.5.

Để chứng minh giới hạn của CIR không hiệu quả, hãy xem xét cấu hình hai AP cùng kênh và một máy khách được hiển thị trong Hình dưới đây. Hình biểu diễn một tình huống có thể xảy ra với 3 cụm cell (N), trong đó kích thước cell quy hoạch R là 100 ft, dẫn đến khoảng cách sử dụng lại D là 300 ft. Trong tình huống này, máy khách nằm ở rìa của cell quy hoạch AP1. AP2 được coi là một nhiễu đồng kênh từ quan điểm CL1 (hình 3.5).

Trong tình huống này, máy khách đang ở rìa của AP1 tế bào theo kế hoạch. AP2 được coi là một giao thoa đồng kênh từ quan điểm CL1.

Tại CL1, mức tín hiệu mong muốn cao hơn 9 dB so với mức nhiễu. Với CIR này, CL1 chỉ có thể là được đảm bảo giao tiếp ở tốc độ dữ liệu cần ít hơn 9 dB CIR để giải mã. Nếu nó cố gắng truyền ở tốc độ yêu cầu CIR cao hơn, nó có nguy cơ va chạm với AP2, nếu AP2 xảy ra để truyền đi cùng một lúc. CL1 có thể cải thiện thông lượng dành riêng của nó bằng cách tiến gần hơn đến AP mong muốn, điều này sẽ khiến CIR tăng lên, và lần lượt nâng cao tốc độ dữ liệu tối đa mà nó có thể hoạt động tại. Một cách khác là Client tránh hoạt động với CIR không đủ làm giảm tốc độ dữ liệu của nó, nên hoạt động ở tốc độ đủ với CIR tại vị trí hiện tại của nó.

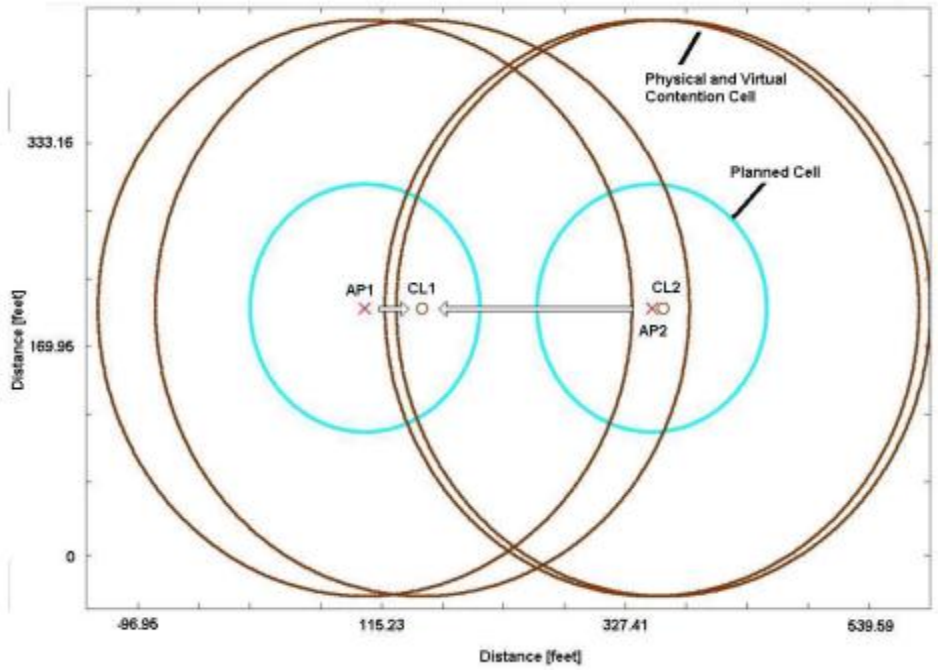



*Hình 3. 5. Minh họa công suất thiết bị vô tuyến với tỉ số CIR tại các vị trí*

Các yếu tố làm CIR không đủ là Pt, n và vị trí tương đối của tín hiệu mong muốn và tín hiệu gây nhiễu. Các thiết bị không đủ CIR chịu các hiệu ứng suy giảm thông lượng không thể cải thiện bằng các điều chỉnh cell tranh chấp vật lý và ảo, nhưng có thể được giảm thiểu bằng cách lập cell quy hoạch thích hợp.

*b. Nút lộ*

Nút  lộ xảy ra khi máy khách có thể giải mã các gói từ các thiết bị khác hoạt động bên ngoài cell quy hoạch của nó, nhưng AP quy hoạch cho nó lại không thể. Nếu AP mong muốn truyền một gói cho một khách hàng trong cell của nó, có thể bị mất gói vì Client đó đang giải mã tín hiệu từ một thiết bị trong một tế bào khác và không thể giải mã tín hiệu từ thiết bị đó tế bào riêng. Việc mất gói có thể là do CIR không đủ ở máy khách. Nếu một thiết bị khách có đủ CIR khi AP liên kết của nó truyền qua gói mà nó hiện đang nhận từ một cell khác, Client có thể bỏ lỡ gói vì nó không thể phản ứng đủ nhanh để đồng bộ lại trên tín hiệu mong muốn. Một tình huống tồn tại một nút tiếp xúc được hiển thị trong Hình 3.6 dưới:

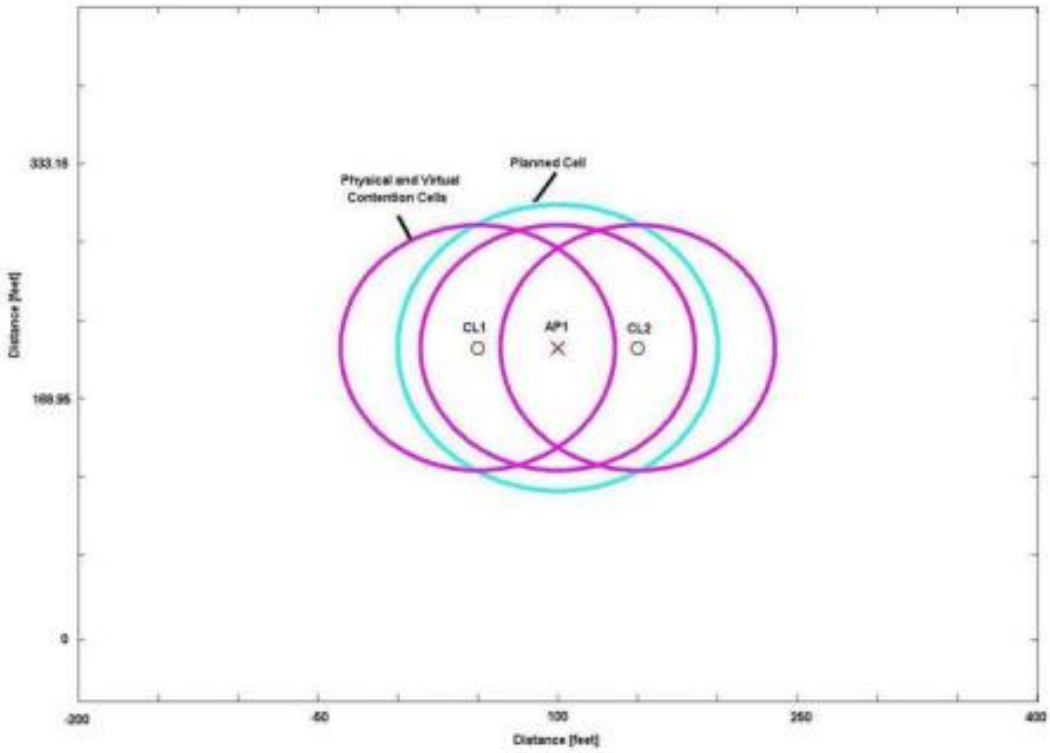



*Hình 3. 6. Ví dụ minh họa nút lộ*

Trong hình, CL1 nằm trong ô tranh chấp ảo và vật lý của cả AP2 và CL2 của cell bên phải. Trong tình huống này, CL1 sẽ giải mã các gói từ AP2 và CL2. Nếu AP1 thử truyền gói đến CL1 trong khi CL1 đang giải mã gói từ CL2 hoặc AP2, gói tin được gửi từ AP1 sẽ bị bỏ lỡ. Do đó AP2, CL2 là nút lộ của CL1. Vấn đề nút lộ được tạo ra bởi kích thước cell tranh chấp quá lớn. Một thiết bị sẽ giải mã bất kỳ gói nào mà nó có thể, ngay cả khi gói đó là từ một AP khác. Ngăn chặn các thiết bị giải mã các gói không được gửi đến

chúng có thể giảm các gói bị bỏ lỡ được gửi đến chúng và tăng thông lượng của hệ thống.

*c. Nút ẩn*



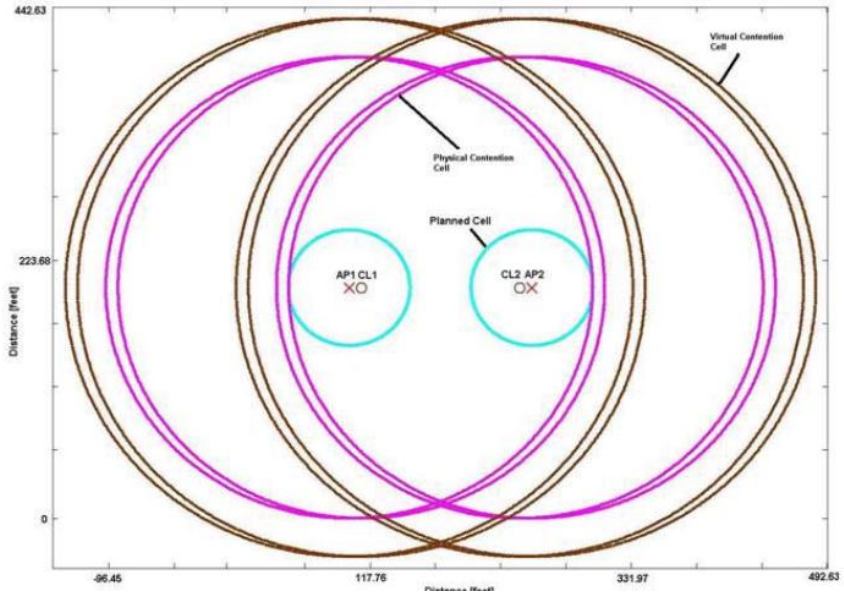

*Hình 3. 7. Ví dụ minh họa nút ẩn*

Tình huống nút ẩn xảy ra khi hai máy khách đang tranh nhau sử dụng cùng AP và các gói của chúng va chạm tại AP. Hình 3.7 trên cho thấy tình huống này, cả hai trạm (CL1 và CL2) trong phạm vi bán kính cell tranh chấp vật lý và ảo của AP1, mặc dù chúng không tranh chấp phạm vi của nhau. Nếu một khách hàng cố gắng gửi một gói trong khi người kia đang truyền, nó sẽ không phát hiện trạm khác do phạm vi của các cell tranh chấp và các gói được gửi sẽ va chạm tại AP. Nút ẩn là do các máy khách không có đủ kích thước cell tranh chấp vật lý và ảo để cảm nhận tất cả các thiết bị trong tế bào, gây ra va chạm gói và suy giảm thông lượng có thể xảy ra.

*d. Sự hoãn truyền không cần thiết*

Một hạn chế khác tồn tại trong IEEE 802.11 xảy ra khi thiết bị có gói để gửi, nhưng hoãn truyền một cách không cần thiết vì lý do tranh chấp. Khi kích thước cell quy hoạch nhỏ hơn được sử dụng so với cả cell tranh chấp vật lý và ảo kích thước, máy khách và AP thường giữ các gói truyền, ngay cả khi

có CIR thích hợp có sẵn ở cả hai đầu của liên kết để giải mã tín hiệu. Một ví dụ về điều này được minh họa trong hình 3.8 dưới.




*Hình 3. 8. Minh họa sự hoãn truyền không cần thiết*

Trong Hình, hai cell đồng kênh riêng biệt nằm trong phạm vi cell tranh chấp vật lý và ảo của nhau. Trong tình huống này, mọi thiết bị trong một trong hai cell sẽ hoãn truyền  một gói do 1 thiết bị ở cell khác đang truyền. Trong các hệ thống hiện tại, việc hoãn truyền này có thể xảy ra khi các thiết bị có đủ CIR để giải mã chính xác một gói. Các điều kiện hoãn truyền không cần thiết được gây ra bởi các thiết bị có kích thước cell vật lý và ảo quá lớn. Nếu cell tranh chấp của 1 thiết bị quá lớn, phủ luôn 1 cell quy hoạch khác, nó sẽ tạo ra một tình huống trong đó một thiết bị hoãn truyền. Giữ cho các thiết bị trong các cell khác trong trường hợp thiết bị hiện tại có đủ CIR để giải mã gây ra sự suy giảm thông lượng không cần thiết.

### 3.3. Giải pháp cải thiện dung lượng mạng WLAN

Bốn hạn chế được mô tả ở trên giới hạn thông lượng của một triển khai IEEE 802.11 do mức công suất tín hiệu của các thiết bị lân cận. Hạn chế về CIR không đủ là một vấn đề không thể khắc phục bằng phương pháp được mô tả trong luận văn. Tuy nhiên, nếu một thiết bị có khả năng điều chỉnh kích thước cell tranh chấp vật lý và ảo, các hạn chế mà nút lộ, nút ẩn và hoãn không cần thiết áp đặt cho các hệ thống IEEE 802.11, có thể được cải thiện.

Sự thiếu hiệu quả tồn tại do thực tế là sự tranh chấp và kích thước cell tranh chấp vật lý và ảo hiện được đặt (và được chỉ định là) quá lớn so với kích thước ô được lên kế hoạch để triển khai các hệ thống với mục đích nâng cao thông lượng. Khi mật độ của các AP tăng lên khi triển khai IEEE 802.11 và kích thước cell theo kế hoạch được giảm xuống, kích thước cell tranh chấp sẽ cần phải thu nhỏ lại để tạo các mạng có thể mở rộng thông lượng. Nếu điều này không xảy ra, các thiết bị sẽ hoãn truyền không cần thiết cho các thiết bị ở xa không nằm trong ô đã cho.

Phương pháp giảm các kích thước ô tranh chấp này tương tự như khái niệm "Triệt rào máy thu" hay "SQUELCH" như trong các máy vô tuyến điện truyền thống. "Squelch" là một kỹ thuật cho phép một thiết bị vô tuyến bỏ qua tín hiệu dưới ngưỡng công suất đã đặt. Kỹ thuật này được sử dụng bởi các máy thu để ngăn chặn nhận các tín hiệu nhiễu, tạp có mức tín hiệu nhỏ. Và điều này tương tự như một phương pháp đề xuất để cải thiện nâng cao thông lượng trong tiêu chuẩn IEEE 802.11 hiện tại. Một danh sách về các hạn chế, nguyên nhân của chúng và liệu chúng có thể được khắc phục bằng các phương pháp "Squelch" hay không là tóm tắt trong Bảng 3.2 dưới.

*Bảng 3. 2. Sự cố hệ thống và biện pháp có thể khắc phục*

| Hạn chế thông lượng | Nguyên nhân | Giảm thiểu bằng Squelch? |
|---|---|---|
| Nút lộ | Cell tranh chấp quá lơn | Có |
| Nút ẩn | Cell tranh chấp quá nhỏ | Có |
| Hoãn truyền không cần thiết | Cell tranh chấp quá lớn | Có |
| CIR không đủ | Liên quan đến vị trí của thiết bị | Không |

Các phương pháp để điều chỉnh kích thước các cell tranh chấp này được thực hiện như các phần dưới đây.

### *3.3.1. Điều chỉnh ngưỡng CCA*

Một cách để điều chỉnh kích thước cell tranh chấp vật lý là điều chỉnh ngưỡng CCA của máy thu và công suất máy phát. Ngưỡng CCA (được định lượng theo mức công suất tín hiệu) sẽ đặt phạm vi công suất nhận được khiến máy phát bị tắt. Nếu một AP hoặc Client đang muốn truyền mà nhận được 1 tín hiệu trên mức này, nó sẽ hoãn truyền và thử tại một thời điểm khác. Hoãn

truyền do CCA vật lý có thể là do so sánh sóng mang (CS) hoặc phát hiện năng lượng (ED). Khi mức CCA được nâng lên, bán kính cell tranh chấp vật lý giảm với một Pt cố định. Nếu nó được hạ xuống, bán kính cell tranh chấp được tăng lên. Nếu Pt được tăng lên, bán kính cell tranh chấp sẽ tăng với mức CCA không đổi. Nếu Pt bị giảm, bán kính cell tranh chấp sẽ giảm theo công thức (3.7).

### *3.3.2. Điều chỉnh mức Start of Package (SOP)*

Một phương pháp tương tự để điều chỉnh kích thước cell tranh chấp ảo có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh mức  Bắt đầu gói (SOP) của máy thu để đặt độ nhạy tối thiểu của thiết bị. Cấp độ SOP thiết lập phạm vi công suất trong đó bên nhận sẽ quyết định tham gia trong việc giải mã gói tin. Nếu một gói được nhận ở mức công suất thấp hơn mức này, thiết bị sẽ bỏ qua các gói. Trong thực tế, mức SOP thiết lập độ nhạy của thiết bị. Khi mức SOP được nâng lên, bán kính cell tranh chấp ảo  giảm cho một Pt cố định. Nếu nó được hạ xuống, bán kính tế bào tranh chấp ảo được tăng lên. Nếu Pt tăng, bán kính cell tranh chấp ảo sẽ tăng với mức SOP không đổi. Nếu Pt giảm, bán kính cell tranh chấp ảo sẽ giảm.

Điều chỉnh các cấp độ CCA và SOP là các phương pháp của kỹ thuật "Squelch", trong đó mức squelch đặt mức tín hiệu tối thiểu mà máy vô tuyến sẽ nhận hoặc giải mã. Một danh sách tóm tắt những điều chỉnh này được đưa ra trong Bảng 3.3 sau:

*Bảng 3. 3. Hiệu quả của việc điều chỉnh CCA, SOP và công suất máy phát trên các ô tranh chấp*

| Mức | Điều chỉnh | Cell tranh chấp vật lý | Cell tranh chấp ảo |
|---|---|---|---|
| CCA | Tăng | Thu hẹp | Không đổi |
| CCA | Giảm | Mở rộng | Không đổi |
| SOP | Tăng | Không đổi | Thu hẹp |
| SOP | Giảm | Không đổi | Mở rộng |
| Pt | Tăng | Mở rộng | Mở rộng |
| Pt | Giảm | Thu hẹp | Thu hẹp |

Một nhược điểm của việc sử dụng ngưỡng SOP để điều chỉnh ô tranh chấp ảo là rủi ro của cắt các khu vực của một tế bào theo kế hoạch. Vì môi trường truyền, tín hiệu nhận được ở một khoảng cách nhất định có thể thay

đổi lớn tùy thuộc vào loại môi trường che khuất tín hiệu. Khi thiết lập các mức SOP hữu hạn, người ta cần tính đến sự thay đổi này để tránh "cắt bỏ"các thiết bị bên trong cell được quy hoạch.

Ngoài ra còn một số phương pháp để cải thiện thông lượng hệ thống WLAN như nâng cao chức năng đồng bộ lại để tránh bị mất gói, hoặc điều chỉnh nền tạp của máy thu để tăng giảm kích thước cell tranh chấp vật lý và ảo.

## 3.4. Mô phỏng đánh giá cải thiện dung lượng khi ứng dụng giải pháp

Như đã đề cập trong các phần trước, có hai yếu tố phụ thuộc mức tín hiệu hiện tại giới hạn thông lượng trong các hệ thống IEEE 802.11: Ảnh hưởng của tranh chấp và ảnh hưởng của CIR. Tranh chấp là kết quả của kích thước cell tranh chấp quá mức hoặc không đủ, có thể gây suy giảm thông lượng không mong muốn. CIR giới hạn thông lượng là do các thiết bị không đủ CIR để hoạt động tại một vị trí nhất định. Với hiệu ứng tranh chấp, các thiết bị trong các BSS khác nhau sẽ tranh chấp với nhau và chia sẻ kênh vô tuyến. Điều này dẫn đến sự suy giảm thông lượng dành riêng tỷ lệ nghịch với số lượng kênh chia sẻ kênh.

Trong luận văn, ta đi vào cải thiện thông lượng bằng cách thay đổi kích thước các cell tranh chấp vật lý và ảo. Nếu các cell tranh chấp được thay đổi kích thước hợp lý (tức thay đổi mức CCA và SOP hợp lý) để tránh việc chia sẻ kênh. Chúng ta sẽ tập trung vào cải thiện sự suy giảm thông lượng do chia sẻ đồng kênh. Nhiễu đồng kênh là một nguồn gây tranh chấp chính và suy giảm thông lượng trong các triển khai của 802.11. Phân tích các hiệu ứng đồng kênh về suy giảm thông lượng do CIR và tranh chấp được thực hiện, để xem cả hai ảnh hưởng đến thông lượng dành riêng của các thiết bị trong một hệ thống như thế nào.

### *3.4.1. Các yếu tố ảnh hưởng đến chia sẻ đồng kênh*

Kích thước cell tranh chấp vật lý và ảo phụ thuộc vào công suất máy phát, CCA hoặc mức SOP và tổn hao đường truyền trung bình giữa các thiết bị trong hệ thống theo công thức (3.8). Tổn hao đường truyền của hệ thống

phụ thuộc vào vị trí của thiết bị cũng như bản chất môi trường truyền. Tùy thuộc vào số lượng thiết bị và vị trí tương đối của chúng, sự suy giảm thông lượng của một hệ thống do sự tranh chấp có thể khác nhau. Vị trí tương đối của các AP phụ thuộc vào kích thước ô được quy hoạch và số lượng tần số có sẵn trong hệ thống. Bên cạnh Pt, mức CCA và mức SOP, các biến số ảnh hưởng đến số lượng việc thiết bị hoãn truyền phụ thuộc vào n, N và kích thước cell quy hoạch.

Để dự đoán chính xác mức độ suy giảm thông lượng do những tác động này, cần triển khai một số lượng lớn AP xung quanh một AP cho trước. Số lượng AP được xem xét nên được đưa vào rìa của cell tranh chấp vật lý hoặc ảo để tạo trường hợp chia sẻ đồng kênh xấu nhất. Đánh giá này cho thấy có bao nhiêu AP đồng kênh trong các cell tranh chấp của một AP cụ thể. Điều này được thực hiện với các giá trị khác nhau của hệ số tổn hao đường truyền theo hàm mũ (n), kích thước cell quy hoạch R và số lượng kênh có sẵn N, để xem mỗi biến ảnh hưởng đến số lượng thiết bị chia sẻ kênh. Số lượng các thiết bị chia sẻ kênh gây ra suy giảm thông lượng. Các giá trị của các biến này được xem xét được thể hiện trong Bảng 3.4.

*Bảng 3. 4. Các biến sử dụng mô phỏng trong cell tranh chấp*

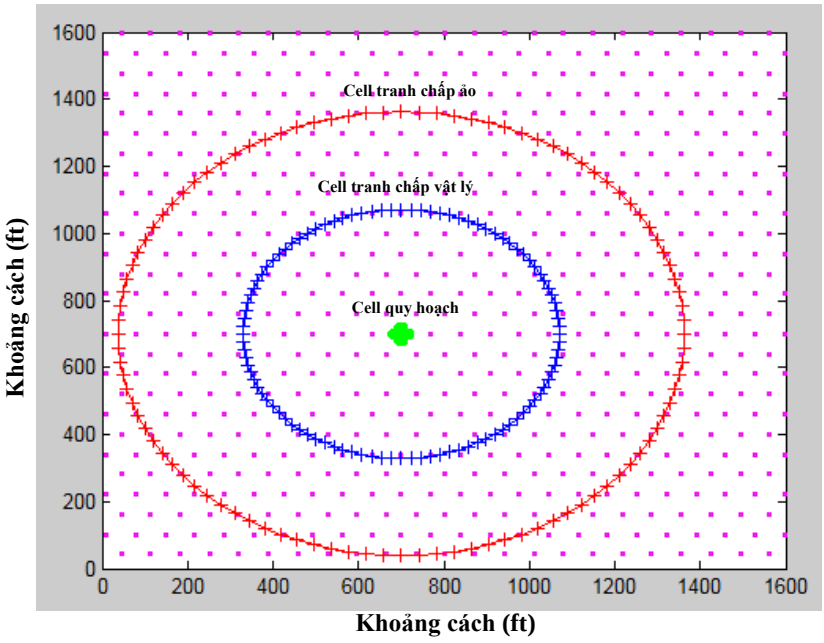
| n | Bán kính cell quy hoạch | N |
|---|---|---|
| 2.2 | 15 ft | 3 |
| 2.8 | 50 ft | 7 |
| 3.4 | 100 ft | 19 |

Các hằng số được giả định trong này này là Pt =17 dBm, tần số trung tâm là 5,180 MHz, mức độ nhạy tối thiểu -92 dBm (độ nhạy điển hình của tốc độ dữ liệu thấp nhất của IEEE 802.11a) và ngưỡng CCA là -82 dBm (mức tối đa được đặt bởi chuẩn IEEE 802.11a). Tất cả các biến và hằng số là các giá trị phổ biến trong các triển khai IEEE 802.11 hiện tại. Ta tính toán vị trí của mọi

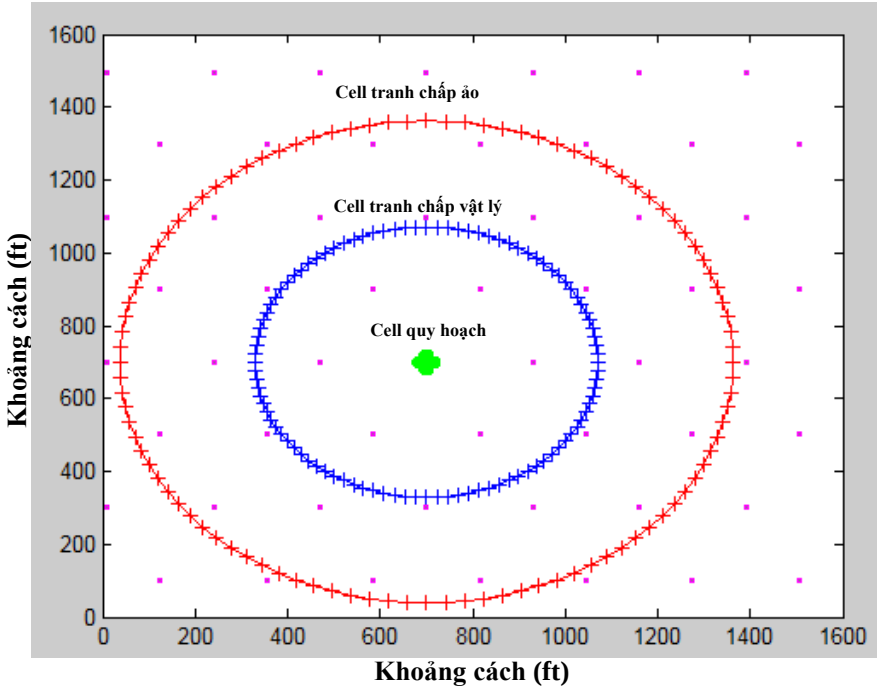
AP đồng kênh với một cell quy hoạch cho trước và khoảng cách tái sử dụng đồng kênh. Vì biết trước số lượng tần số và bán kính cell quy hoạch, khoảng cách tái sử dụng đồng kênh được tìm thấy theo đến (3.2).

Khi đã biết khoảng cách tái sử dụng đồng kênh, vị trí của AP đồng kênh có thể được tìm thấy theo (3.1). Bán kính cell tranh chấp ảo và vật lý có thể là được tìm thấy theo (3.8) và một vòng tròn có bán kính này sẽ đại diện cho cell tranh chấp. Bất kỳ AP nào trong một hoặc cả hai cell tranh chấp vật lý, ảo sẽ chia sẻ kênh như đã mô tả trong các phần trước. Kết quả thông lượng dành riêng của các thiết bị trong tình huống này là tỷ lệ nghịch với số lượng thiết bị chia sẻ kênh. Ví dụ: nếu 10 AP được đặt trong các cell tranh chấp của một AP quan tâm, 10 AP đó sẽ chia sẻ kênh và thông lượng dành riêng sẽ được giảm xuống mức nghịch đảo của số lượng AP chia sẻ (trong trường hợp này, thông lượng sẽ là 1/10 hoặc 10%).

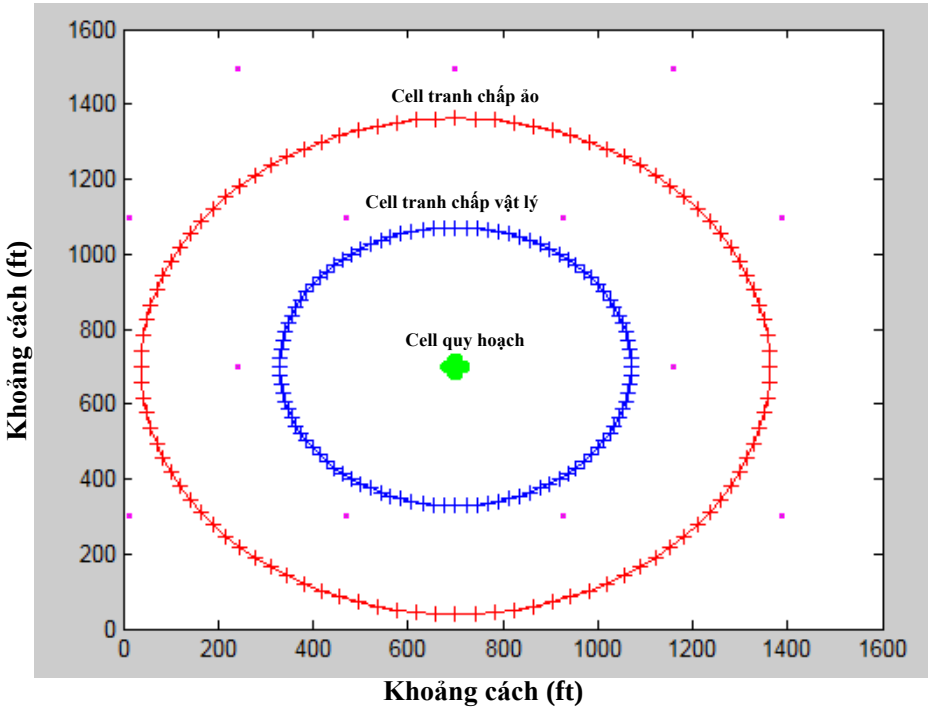
Đầu tiên, ta xét đến ảnh hưởng của việc thay đổi kích thước cell quy hoạch. Biểu đồ so sánh kích thước cell là 15, 50, 100 ft với hằng số n = 2,8 và có 7 kênh có sẵn được chỉ ra trong 3 hình dưới đây:




*Hình 3. 9. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 15 ft*




*Hình 3. 10. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 50 ft*




*Hình 3. 11. Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 100 ft*

Trong mỗi trường hợp, số lượng AP chia sẻ kênh là số lượng X bên trong cell tranh chấp vật lý hoặc ảo của AP quan tâm. Bằng cách sử dụng N =

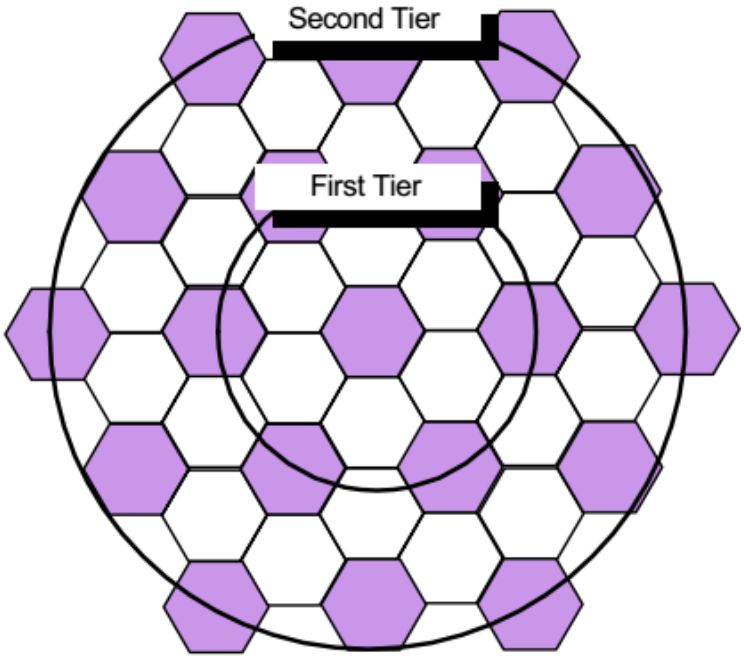
7 và cài đặt kích thước cell quy hoạch đến 15, 50 và 100 ft, khoảng cách sử dụng lại trở thành 69, 230 và 458 ft tương ứng, theo (3.2). Đối với các cell quy hoạch 15, 50 và 100 ft, các đánh giá hiển thị 337, 31 và 7 AP chia sẻ kênh. Điều này dẫn đến suy giảm thông lượng dành riêng bởi một hệ số 1/337. Khi các cell quy hoạch có kích thước lớn hơn được sử dụng, các kênh đồng được đặt cách xa hơn lẫn nhau và suy giảm thông lượng ít hơn được nhìn thấy như trong hình b, c. Đánh giá cho thấy 31 và 7 thiết bị chia sẻ kênh cho các cell quy hoạch kích thước là 50 và 100 ft tương ứng. Nói chung, khi kích thước tế bào theo kế hoạch tăng lên, cơ hội của các kênh cùng tần số có khả năng chia sẻ kênh giảm. Trong các triển khai theo định hướng dung lượng, yêu cầu tăng số lượng AP, tức giảm kích thước cell quy hoạch, dẫn đến giảm thông lượng.

Ngoài ra, việc tăng, giảm n, N cũng ảnh hưởng đến số lượng AP đồng kênh chia sẻ kênh (cùng nằm trong bán kính cell tranh chấp vật lý hoặc ảo của một AP quan tâm). Số liệu được tính toán như trong bảng 3.5.

*Bảng 3. 5. Số lượng các AP chia sẻ đồng kênh theo n, N và bán kính cell quy hoạch*

| N | Bán kính cell quy hoạch (ft) | N | Số lượng AP chia sẻ đồng kênh |
|---|---|---|---|
| 2.8 | 15 | 7 | 69 |
| 2.8 | 50 | 7 | 230 |
| 2.8 | 100 | 7 | 458 |
| 2.8 | 50 | 3 | 150 |
| 2.8 | 50 | 7 | 230 |
| 2.8 | 50 | 19 | 378 |
| 2.2 | 50 | 7 | 253 |
| 2.8 | 50 | 7 | 7 |
| 3.4 | 50 | 7 | 1 |

### *3.4.2. Đánh giá chia sẻ đồng kênh mở rộng*




*Hình 3. 12. Ví dụ về mô hình vòng  ring đồng tâm đồng kênh trong thông tin di động*

Có thể lấy xấp xỉ số lượng thiết bị chia sẻ kênh trong môi trường di động nếu một số giả định về mạng được thực hiện. Khảo sát vị trí các cell đồng kênh, một mô hình độc lập với kích thước cell hoặc khoảng cách sử dụng lại tần số như hình 3.12. Lớp thứ nhất của các cell đồng kênh chứa 6 cell như trong hình trên. Lớp thứ hai chứa 12 ô. Mỗi lớp liên tiếp sẽ có số lượng cell gấp đôi số vòng trước, kết quả là mỗi cell có 6n cell đồng kênh, trong đó n là số thứ tự lớp. Các lớp được tạo có dạng hình lục giác, nhưng sẽ xấp xỉ bằng một vòng tròn.

Nếu biết Pt, n, SOP và CCA, bán kính cell tranh chấp có thể được tính như trong (3.1) Nếu biết N và kích thước cell quy hoạch, khoảng cách sử dụng lại tần số có thể được tính từ (2.2). Số lượng các lớp đồng kênh đồng tâm sẽ được ước tính bởi lấy phần nguyên của tỷ số giữa bán kính của cell tranh chấp và khoảng cách sử dụng lại tần số:

$$f_{CoChTiers} = [\frac{10^{\frac{Pt - PL(d_0) + \min(CCA,SOP)}{10n}}}{R\sqrt{3N}}] \quad (3.11)$$

Với min(CCA, SOP) là giá trị nhỏ hơn trong số 2 ngưỡng CCA và SOP được cài đặt. Do mô hình lặp lại của 6n cell cho mỗi khoảng cách sử dụng lại, tổng số cell chia sẻ đồng kênh có thể được tính:

$$[f_{CoChTier}] = \sum_{i=1}^{fCoChTiers} 6i + 6a + 1 \quad (3.12)$$

Với i là phân nguyên và a là phần lẻ của biểu thức (3.11), phần [.] là lấy phần nguyên của (3.12).

Dựa trên (3.12) số lượng AP đồng kênh chia sẻ kênh có thể được tính trên phạm vi ngưỡng CCA và SOP cho các giá trị khác nhau của n, Pt, N và bán kính cell quy hoạch. Với hằng số n là 2,2, Pt là 17 dBm, kích thước cell quy hoạch là 10 ft và N là 3 ta có thể tính toán được số lượng chia sẻ đồng kênh.

Việc chia sẻ kênh thấp hơn hơn khi có sử dụng cell quy hoạch có bán kính nhỏ hơn, phù hợp với đánh giá trước đó. Đây là nhu cầu chính để điều chỉnh SOP và CCA. Khi kích thước cell quy hoạch giảm khi triển khai mạng theo hướng tăng dung lượng, CCA và SOP cũng phải điều chỉnh. Số lượng các cell cùng kênh chia sẻ kênh tăng đáng kể cho những thay đổi nhỏ trong ngưỡng của SOP và CCA.

Việc chia sẻ đồng kênh tệ hơn khi triển khai với n thấp hơn, chẳng hạn như một môi trường truyền thoáng. Trong môi trường có nhiều vật cản hơn như môi trường văn phòng, tín hiệu từ các thiết bị ở xa suy giảm nhanh hơn dẫn đến tín hiệu đến AP thấp hơn ngưỡng CCA và SOP.

Mức công suất truyền cao hơn gây ra việc chia sẻ kênh lớn hơn. Khi Pt giảm trên tất cả các AP trong một hệ thống, số lượng thiết bị ở xa có thể nhận được tín hiệu mức trên một ngưỡng nhất định sẽ giảm. Khi có N lớn hơn tạo ra chia sẻ cùng kênh ít hơn cho một ngưỡng CCA và SOP nhất định. Khi có

nhiều kênh hơn có sẵn, các thiết bị đồng kênh có thể được đặt xa nhau hơn, dẫn đến mức tín hiệu ở các AP xa thấp hơn.

Các phân tích trên cho thấy rằng có giá trị n và N lớn hơn, Pt thấp hơn và bán kính cell quy hoạch lớn hơn có thể làm giảm số lượng cell đồng kênh chia sẻ kênh, với một mức CCA và SOP nhất định. Nó cũng cho thấy số lượng các cell đồng kênh chia sẻ kênh tăng nhanh khi ngưỡng CCA và SOP được hạ xuống. Với một  thay đổi nhỏ mức ngưỡng, số lượng chia sẻ đồng kênh có thể thay đổi đáng kể. Bảng 3.6 trình bày ảnh hưởng của n, N, Pt và bán kính cell quy hoạch đến số lượng chia sẻ đồng kênh.

*Bảng 3. 6. Ảnh hưởng của các yếu tố đến số lượng chia sẻ đồng kênh*

| Tăng giá trị | Số lượng AP chia sẻ đồng kênh |
|---|---|
| n | Giảm |
| N | Giảm |
| Kích thước cell quy hoạch | Giảm |
| Pt | Tăng |

### *3.4.3. Giảm thiểu chia sẻ đồng kênh sử dụng kỹ thuật "Squelch"*

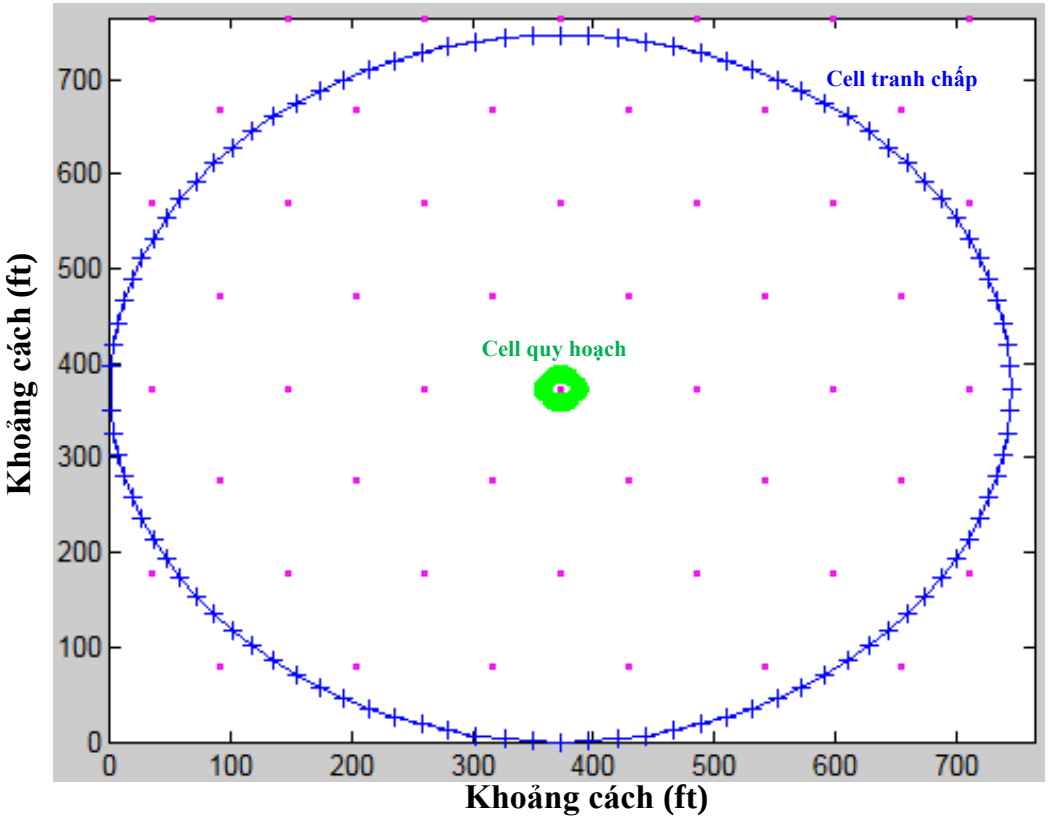
Để mô phỏng sự cải thiện thông lượng của mạng WLAN, ta xét trường hợp giảm thiểu tình huống chia sẻ đồng kênh. Sự thay đổi số lượng chia sẻ đồng kênh trong mạng liên quan đến khoảng cách sử dụng lại tần số và bán kính cell tranh chấp (hay liên quan đến ngưỡng CCA và SOP như đã nói ở các phần trước.

Trong phần này giả sử CCA và SOP sẽ được giữ bằng nhau, và sẽ được phép thay đổi để cải thiện hiệu suất của hệ thống. Kết quả phân tích này sẽ là một cấu trúc liên kết bản đồ cho thấy có bao nhiêu AP đồng kênh bên trong các cell  tranh chấp. Các thông số cài đặt mô phỏng  được đưa ra trong Bảng 3.7.

*Bảng 3. 7. Cài đặt các thông số để phân tích chia sẻ đồng kênh*

| | |
|---|---|
| Tần số | 5,220 GHz |
| Pt | 17 dBm |
| N | 19 |
| N | 2,8 |
| Bán kính cell quy hoạch | 15 ft |

Khi ngưỡng CCA và SOP được cài đặt là -85 dBm, dựa vào công thức (3.8) tính bán kính cell tranh chấp, và công thức (3.11) và (3.12) để tính số lượng các AP đồng kênh trong vòng tròn cell tranh chấp, ta có được mô hình triển khai như hình 3.13 dưới:

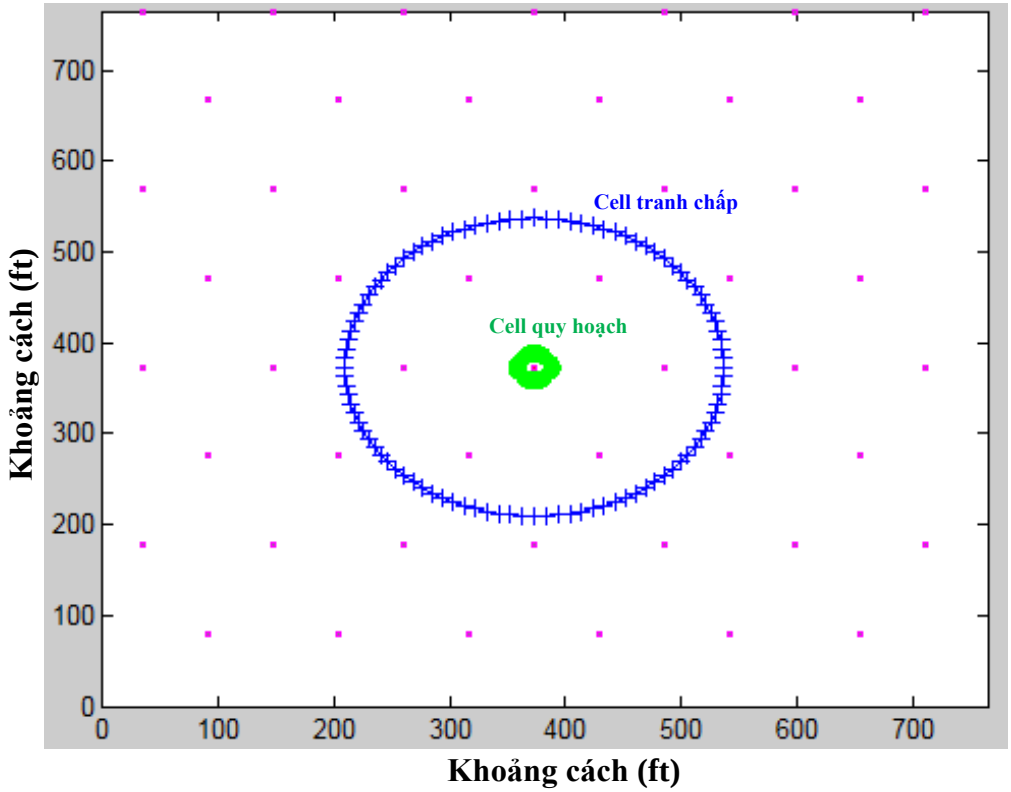



*Hình 3. 13. Mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -85 dBm*

Mô hình trong Hình 3.13 cho thấy vị trí của các AP đồng kênh (ký hiệu là X), kích thước của các cell tranh chấp (các ngưỡng bằng nhau để các ô có cùng kích thước) và kích thước của cell quy hoạch. Biểu đồ trong hình thứ hai cho thấy sự phân bố công suất của các AP đồng kênh tại AP trung tâm. CCA,

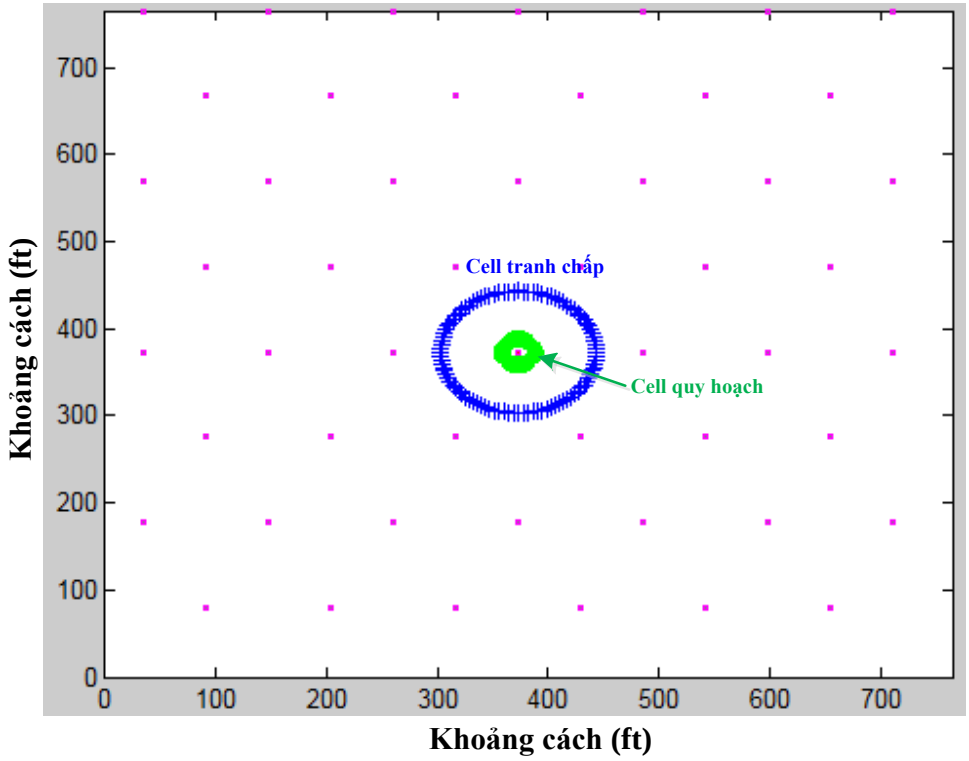
SOP và mức công suất ở rìa cell quy hoạch cũng được bao gồm trong biểu đồ biểu đồ, thể hiện bởi các đường thẳng đứng.

Khoảng cách sử dụng lại, được tính từ bán kính cell quy hoạch 15 ft và cụm 19 cell, là 113 ft theo (3.2). Trong tình huống này, có 37 AP đồng kênh đang tranh chấp để sử dụng kênh. Bán kính cell tranh chấp là khoảng 373 ft. Điều này có nghĩa là rằng 37 tế bào cùng kênh chia sẻ kênh vô tuyến và quyền truy cập cũng như thông lượng dành riêng sẽ được chia cho tất cả 37 thiết bị. Tăng mức độ SOP và CCA lên -75 dBm sẽ thu nhỏ các ô tranh chấp và dẫn đến việc ít AP chia sẻ kênh như được hiển thị trong hình 3.14 dưới:




*Hình 3. 14. Mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -75 dBm*

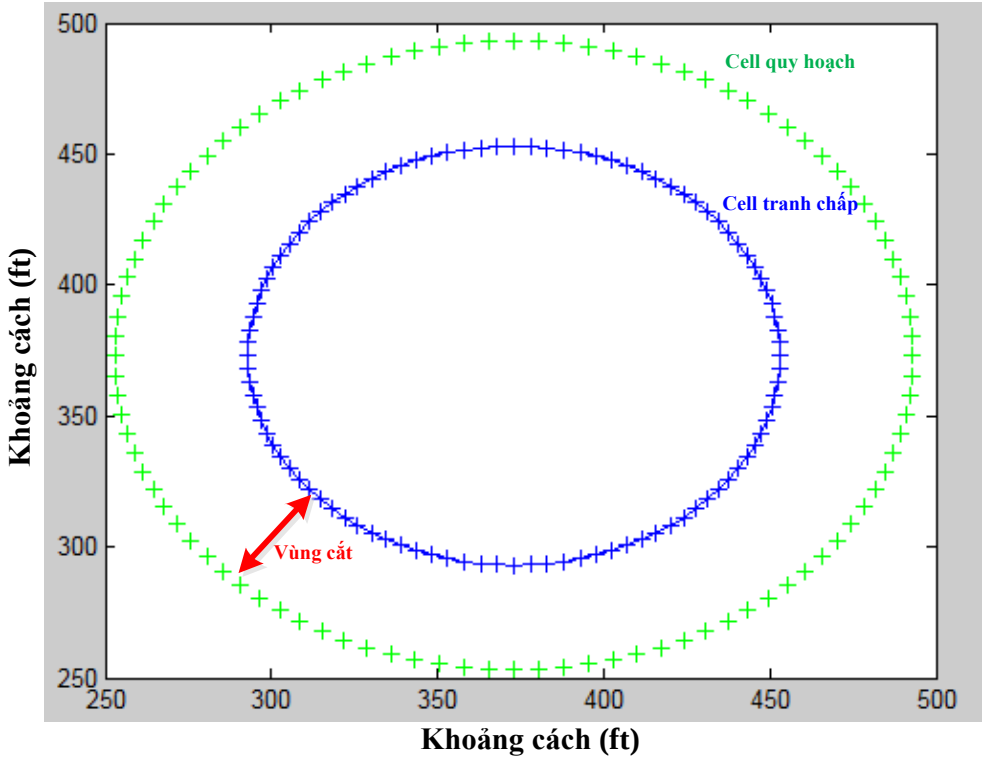
Đặt ngưỡng của SOP và CCA thành -75 dBm dẫn đến bán kính các cell tranh chấp là 164 ft. Do có 7 AP trong các ô tranh chấp, nên hiện tại chỉ có 7 AP đồng kênh chia sẻ kênh. Bằng cách tăng mức SOP và CCA từ -85 dBm lên -75 dBm, số AP đồng kênh chia sẻ kênh giảm từ 37 xuống 7. Bằng cách tăng các ngưỡng này hơn nữa, chúng ta có thể loại bỏ việc chia sẻ đồng kênh của tất cả các AP như thể hiện trong hình dưới 3.15:




*Hình 3. 15. Mô hình triển khai mạng khi đã hòa hợp (tuned)*

Trong hình, mức SOP và CCA của AP trung tâm được đặt để loại bỏ bất kỳ chia sẻ kênh với các AP cùng kênh khác (không có X nằm trong các cell tranh chấp) và cung cấp thông lượng tối đa như bên trong cell quy hoạch. Trung tâm AP có thể được coi là "hòa hợp" bởi vì nó không chia sẻ kênh với bất kỳ AP đồng kênh nào khác và toàn bộ cell quy hoạch của nó vẫn còn che. Tại vị trí hòa hợp, thông lượng dành riêng của các AP trong hệ thống sẽ là hoàn toàn do CIR tại vị trí các thiết bị đó khi triển khai chứ không phải do chia sẻ của các AP đồng kênh.

Trong Hình 3.16, ngưỡng SOP và CCA được nâng lên đúng điểm mà phạm vi tranh chấp đủ nhỏ để không bao gồm các AP đồng kênh khác, nhưng đủ lớn để bao gồm tất cả các vùng phủ sóng trong ô được lên kế hoạch. Nếu SOP và CCA cài đặt được nâng lên quá cao, cạnh ngoài của cell quy hoạch có thể bị cắt do cell tranh chấp nằm lọt hẳn bên trong cell quy hoạch như hình dưới:




*Hình 3. 16. Mô hình triển khi bị cắt*

Khu vực không được phủ này là do thực tế là cell tranh chấp thiết lập độ nhạy tối thiểu của radio, nhỏ hơn công suất nhận được ở rìa của cell quy hoạch. Như đã chỉ ra trước đó, một thiết bị sẽ bỏ qua mọi tín hiệu nhận được bên dưới ngưỡng SOP. AP trung tâm sẽ không thể nhận được bất kỳ tín hiệu nào từ khách hàng trong khu vực chưa được phủ sóng này. Có điểm chết trong không gian phủ sóng của AP là một điều rất không mong muốn có thể xảy ra nếu kích thước tế bào tranh chấp ảo giảm quá nhiều.

Phân tích này cho thấy rằng việc điều chỉnh SOP và CCA có thể làm giảm số lượng AP đang chia sẻ một kênh nhất định. Điều này có khả năng tăng thông lượng dành riêng, vì các AP sẽ không phải chia sẻ kênh và được truyền tải tự do nếu muốn. Nếu mức CCA và SOP tăng quá cao, máy khách trong khu vực cell quy hoạch có thể bị cắt khỏi AP dự định của họ. Điều này cho thấy rằng phải trong việc điều chỉnh ngưỡng CCA và để không có tranh chấp và các thiết bị trong cell không mất kết nối với AP.

### 3.5. Kết luận chương

Chương 3 đã tập trung vào vấn đề chính là nghiên cứu sự suy giảm thông lượng của mạng WLAN và giải pháp cản thiện điều này. Muốn làm được điều đó trước hết phải hiểu được các lý thuyết liên quan đến cơ chế truy nhập kênh của mạng WLAN theo chuẩn 802.11, do đó đầu tiên chương trình bày lý thuyết liên quan đến cell, kích thước của cell quy hoạch, cell tranh chấp vật lý và ảo. Đây là cơ sở lý thuyết chủ yếu cho việc phân tích sự suy giảm thông lượng, do thay đổi các mức ngưỡng tín hiệu dẫn đến thay đổi kích thước các cell này. Việc thay đổi các ngưỡng này chính là giải pháp kỹ thuật “Squelch:.

# KẾT LUẬN

Luận văn đã thực hiện nghiên cứu giải pháp cải thiện dung lượng của hệ thống mạng WLAN theo chuẩn 802.11 với các kết quả đạt được như sau:

- Nghiên cứu hạn chế của chuẩn 802.11, các yếu tố ảnh hưởng đến sự suy giảm thông lượng hệ thống mạng WLAN 802.11

- Tính toán phân tích sự suy giảm thông lượng đối với từng yếu tố ảnh hưởng

- Mô phỏng so sánh đánh giá sự cải thiện thông lượng mạng khi áp dụng kỹ thuật Squelch để điều chỉnh các ngưỡng CCA và SOP.

Nội dung luận văn cung cấp một số kiến thức cơ bản về mạng WLAN theo chuẩn 802.11. Thông qua luận văn, chúng ta đã có được cái nhìn tổng quan về cách thức truy nhập, các hạn chế gây suy giảm thông lượng đối với hệ thống WLAN 802.11 như nút ẩn, nút lộ, hoãn truyền không cần thiết; đồng thời qua các mô phỏng cũng đánh giá được sự cải thiện dung lượng khi áp dụng giải pháp Squelch (thay đổi mức SOP và CCA). Tuy nhiên phạm vi nghiên cứu mới chỉ gói gọn trong trường hợp truyền sóng không bị ché khuất, và mô phỏng đánh giá mới chỉ khi ảnh hưởng của nhiễu đồng kênh, chưa nghiên cứu đến các vấn đề về nhiễu khác kênh, che khuất...

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] John Halkin (Nov 1986), "*Squelch*", Critics Choice Paperbacks/Lorevan Publishing.

[2] Pejman Roshan, Jonathan Leary (Jan 2004), "802.11 Wireless Lan Fundamentals", Cisco Press.

[3] Trong-Minh Hoang, Minh Hoang (2012), "*A Novel Analytical Model to Identify Link Quality in 802.11 Mesh Networks*", *2012 Fourth International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks , 129-136.*

[4] Trong-Minh Hoang, Van-Kien Bui, Thi Nguyen (2015), "*Analyzing impacts of physical interference on a transmission in IEEE 802.11 mesh networks*", 2015 9th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applications (TSSA), 1-6.

[5] John Blosco (2006), *"Using receiver squelch techniques to create scalable cellular networks in capacity oriented IEEE 802.11 deployments";* The University of Akron.

[6] R. Madan, A. Sampath, and N. Khude (2012), "*Enhancing 802.11 Carrier Sense for High Throughput and QoS in Dense User Settings"* Proc. Of IEEE PIMRC.

[7] Trần Văn Khẩn, Đỗ Quốc Trinh, Đinh Thế Cường (2016), *"Cơ sở kỹ thuật thông tin vô tuyến",* Học viện Kỹ thuật quân sự.

[8] Hoàng Đình Thuyên, Tạ Chí Hiếu (2010), *"Kỹ thuật anten và truyền sóng",* Học viện Kỹ thuật quân sự.

[9] John Blosco (2006), "Using Receiver Squelch Techniques to Creat Scalable Cellular Networks in Capacity Oriented IEEE 802.11 Deployments", The University of Akron.

# PHỤ LỤC

Luận văn sử dụng công cụ Matlab thực hiện mô phỏng méo phi tuyến trong máy thu số trực tiếp băng rộng. Chương trình mô phỏng sử dụng trong luận văn được trình bày ở phần dưới đây.

## 1. Mô phỏng công suất tín hiệu thu tại các vị trí khoảng cách của AP1, AP2, CL1

```
   clear all;
    close all;
    clc;

    d = -10:0.1:40;
    Pr = 11-30-10*2.2*log(d);
    PhyCCA = -85;
    VirCCA = -92;
    Pcl1 = 11-30-10*2.2*log(d-5);
    Pap2 = 11-30-10*2.2*log(d-30);

% hien thi PhyCCA
    subplot(1,1,1);
    hold on;
    subplot(1,1,1),
    semilogy(d,PhyCCA,'r');

  % hien thi VirCCA
    hold on;
    subplot(1,1,1),
    semilogy(d,VirCCA,'g');

 % hien thi
    hold on;
    subplot(1,1,1),
    semilogy(d,Pr,'b');


     % hien thi
    hold on;
    subplot(1,1,1),
    semilogy(d,Pcl1,'b.');

         % hien thi
    hold on;
    subplot(1,1,1),
    semilogy(d,Pap2,'b--');


    grid on;
    title('cong suat cua AP1, AP2, CL1');
    xlabel('Khoang cach (ft)');
    ylabel('Cong suat thu (dBm)');
%     legend('CCA vat ly','CCA ao','AP1','CL1','AP2');
```

## 2. Mô phỏng Vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 15 ft

```
    clear all;
    close all;
    clc;

    d = 69;
xmin = 0;
xmax = 1600;
ymin = 0;
ymax = 1600;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 1600;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 1600;

x0 = 700;
y0 = 700;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
    'MarkerEdgeColor','m',...
```

```
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);

 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 700+15*cos(t);
    y = 700+15*sin(t);
    plot(x,y,'-+g');
    hold on;

    x2 = 700+371*cos(t);
    y2 = 700+371*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;

    x3 = 700 +662*cos(t);
    y3 = 700 +662*sin(t);
    plot(x3,y3,'-+r');
    hold on;
```

## 3. Mô phỏng vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 50 ft

```
    clear all;
    close all;
    clc;

    d = 230;
xmin = 0;
xmax = 1600;
ymin = 0;
ymax = 1600;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 1600;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 1600;

x0 = 700;
y0 = 700;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
```

```
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
    'MarkerEdgeColor','m',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);

 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 700+15*cos(t);
    y = 700+15*sin(t);
    plot(x,y,'-+g');
    hold on;

    x2 = 700+371*cos(t);
    y2 = 700+371*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;

    x3 = 700 +662*cos(t);
```

```
    y3 = 700 +662*sin(t);
    plot(x3,y3,'-+r');
    hold on;
```

## 4. Mô phỏng vị trí đặt AP đồng kênh và kích thước cell tranh chấp của cell quy hoạch 100 ft

```
    clear all;
    close all;
    clc;

    d = 458;
xmin = 0;
xmax = 1600;
ymin = 0;
ymax = 1600;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 1600;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 1600;

x0 = 700;
y0 = 700;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
```

```
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
    'MarkerEdgeColor','m',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])


axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);


 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 700+15*cos(t);
    y = 700+15*sin(t);
    plot(x,y,'-+g');
    hold on;

    x2 = 700+371*cos(t);
    y2 = 700+371*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;

    x3 = 700 +662*cos(t);
    y3 = 700 +662*sin(t);
    plot(x3,y3,'-+r');
    hold on;
```

## 5. Mô phỏng mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -85 dBm

```
d = 113;
xmin = 0;
xmax = 765;
ymin = 0;
ymax = 765;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 765;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 765;

x0 = 373;
y0 = 373;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
```

```
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
    'MarkerEdgeColor','m',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])


axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);


 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 373 +15*cos(t);
    y = 373 +15*sin(t);
    plot(x,y,'-+g');
    hold on;

    x2 = 373 +373*cos(t);
    y2 = 373 +373*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;
```

```
    xlabel ('Khoang cach (ft)”');
    ylabel ('Khoang cach (ft)');
```

## 6. Mô phỏng mô hình triển khai mạng ở ngưỡng tín hiệu -75 dBm

```
    clear all;
    close all;
    clc;
    d = 113;
xmin = 0;
xmax = 765;
ymin = 0;
ymax = 765;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 765;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 765;

x0 = 373;
y0 = 373;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
```

```
    'MarkerEdgeColor','m',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])


axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);


 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 373 +15*cos(t);
    y = 373 +15*sin(t);
    plot(x,y,'+g');
    hold on;

    x2 = 373 +164*cos(t);
    y2 = 373 +164*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;



    xlabel ('Khoang cach (ft)"');
    ylabel ('Khoang cach (ft)');
```

## 7. Mô phỏng mô hình triển khi đã hòa hợp (tuned)

```
    clear all;
    close all;
    clc;
    d = 113;
xmin = 0;
xmax = 765;
ymin = 0;
ymax = 765;

xdraw_min = 0;
xdraw_max = 765;
ydraw_min = 0;
ydraw_max = 765;

x0 = 373;
y0 = 373;

list_x = zeros(100000, 1);
list_y = zeros(100000, 1);
num_points = 0;

% Xet cac toa do x cach x0 tu -1000 * d den 1000 * d
```

```
% Xet cac toa do y cach y0 tu -1000 * d * sqrt(3) /2 den 1000 * d *
sqrt(3)
% / 2
for i = -1000:1000
    for j = -1000:1000
        % Tinh ra diem (x,y)
        if mod(j, 2) == 0 % Neu j la so chan => x cach x0 chan d
            x = x0 + i * d;
        else
            x = x0 + i * d + d / 2;
        end
        y = y0 + j * d * sqrt(3) / 2;

        % Dieu khien la x nam trong khoang (xmin, xmax) va y nam trong
        % khoang (ymin, ymax)
        if (x >= xmin) && (x <= xmax) && (y >= ymin) && (y <= ymax)
            % Nhu vay la co them mot diem
            num_points = num_points + 1;
            list_x(num_points) = x;
            list_y(num_points) = y;
        end
    end
end

% Ve ra cac diem
figure('Name', 'Tam giac');
plot(list_x(1:num_points), list_y(1:num_points),...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',2,...
    'MarkerEdgeColor','m',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])

hold on

plot(x0, y0,...
    '--gs',...
    'LineWidth',1,...
    'LineStyle', 'none',...
    'MarkerSize',1,...
    'MarkerEdgeColor','r',...
    'MarkerFaceColor',[0.5,0.5,0.5])


axis([xdraw_min  xdraw_max ydraw_min ydraw_max]);


 t= 0:pi/50:2*pi
    x = 373 +15*cos(t);
    y = 373 +15*sin(t);
    plot(x,y,'+g');
    hold on;

    x2 = 373 +70*cos(t);
    y2 = 373 +70*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;
```

```
    xlabel ('Khoang cach (ft)”');
    ylabel ('Khoang cach (ft)');
```

## 8. Mô phỏng mô hình triển khai mạng khi bị cắt

```
t= 0:pi/50:2*pi
    x = 373 +120*cos(t);
    y = 373 +120*sin(t);
    plot(x,y,'+g');
    hold on;

    x2 = 373 +80*cos(t);
    y2 = 373 +80*sin(t);
    plot(x2,y2,'-+b');
    hold on;

    xlabel ('Khoang cach (ft)”');
    ylabel ('Khoang cach (ft)');
```