

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

-----

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ**  
**TRÊN MẠNG WIRELESS LAN**

**NGÀNH: XỬ LÝ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

**MÃ SỐ:**

**NGÔ ĐẶNG QUÝ DƯƠNG**

**Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN KIM KHÁNH**

**HÀ NỘI 2008**

# Lời cảm ơn

*Trước hết, tôi xin gửi lời cảm ơn đặc biệt nhất tới TS. Nguyễn Kim Khánh, Bộ môn Kỹ thuật máy tính, Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, người đã định hướng đề tài và tận tình hướng dẫn chỉ bảo tôi trong suốt quá trình thực hiện luận văn cao học.*

*Tôi cũng gửi lời cảm ơn tới Trung tâm Đào tạo Sau đại học và các thầy cô giáo trong Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã tận tình giảng dạy và truyền đạt những kiến thức, những kinh nghiệm quý báu trong suốt 2 năm học Cao học. Xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới ban lãnh đạo công ty AI&T là nơi tôi công tác, đã tạo mọi điều kiện giúp đỡ để tôi hoàn thành cao học.*

*Cuối cùng tôi xin dành một tình cảm biết ơn tới gia đình và bạn bè, những người đã luôn luôn ở bên cạnh tôi, động viên, chia sẻ cùng tôi trong suốt thời gian học cao học cũng như quá trình thực hiện luận văn này.*

***Hà Nội, tháng 3 năm 2008***

**Ngô Đặng Quý Dương**

## Mục lục

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Mở đầu.....</b>                                                           | <b>1</b>  |
| 1.1    Bối cảnh nghiên cứu .....                                               | 1         |
| 1.2    Nội dung nghiên cứu.....                                                | 2         |
| 1.3    Cấu trúc luận văn .....                                                 | 3         |
| <b>2 Giới thiệu mạng cục bộ không dây.....</b>                                 | <b>4</b>  |
| 2.1    Khái niệm mạng cục bộ không dây WLAN.....                               | 4         |
| 2.2    Phân loại mạng cục bộ không dây.....                                    | 5         |
| 2.3    Các chuẩn của IEEE 802.11x về mạng WLAN.....                            | 7         |
| 2.4    Giao thức điều khiển truy nhập phương tiện 802.11MAC .....              | 10        |
| 2.4.1    Khái niệm khung thời gian trống .....                                 | 10        |
| 2.4.2    Giao thức đa truy nhập cảm nhận sóng mang tránh xung đột CSMA/CA..... | 12        |
| 2.4.3    Giao thức điều khiển truy nhập phương tiện DCF .....                  | 16        |
| 2.5    Định dạng khung truyền .....                                            | 18        |
| 2.6    Giao thức trao đổi khung tin cơ bản .....                               | 19        |
| 2.7    Nhược điểm của giao thức DCF .....                                      | 20        |
| 2.8    Kết chương .....                                                        | 21        |
| <b>3 Chất lượng dịch vụ trên mạng WLAN 802.11.....</b>                         | <b>23</b> |
| 3.1    Tổng quan về chất lượng dịch vụ .....                                   | 23        |
| 3.1.1    Khái niệm chất lượng dịch vụ.....                                     | 23        |
| 3.1.2    Kiến trúc Chất lượng dịch vụ.....                                     | 24        |
| 3.2    Các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ .....                             | 25        |
| 3.2.1    Phân loại ứng dụng mạng.....                                          | 25        |
| 3.2.2    Các tham số Chất lượng dịch vụ.....                                   | 27        |
| 3.2.3    Các cơ chế đảm bảo Chất lượng dịch vụ.....                            | 28        |
| 3.3    Chất lượng dịch vụ trên cho VoIP trên môi trường mạng WLAN.....         | 29        |
| 3.3.1    Trễ đầu cuối – đầu cuối.....                                          | 32        |
| 3.3.2    Độ biến đổi trễ .....                                                 | 34        |

|            |                                                                               |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.3.3      | Tỉ lệ mất gói .....                                                           | 34        |
| 3.3.4      | Các tiêu chí chủ quan .....                                                   | 35        |
| 3.3.5      | Các tiêu chí khách quan .....                                                 | 35        |
| <b>3.4</b> | <b>Định dạng Header gói tin VoIP trong mạng 802.11 .....</b>                  | <b>36</b> |
| <b>3.5</b> | <b>Kết chương .....</b>                                                       | <b>37</b> |
| <b>4</b>   | <b><i>Giới thiệu IEEE 802.11e .....</i></b>                                   | <b>38</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Tổng quan .....</b>                                                        | <b>38</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Giao thức Hybrid Coordination Function .....</b>                           | <b>38</b> |
| <b>4.3</b> | <b>Cơ chế phối hợp truy nhập kênh tăng cường EDCA .....</b>                   | <b>39</b> |
| 4.3.1      | Các loại truy nhập-AC .....                                                   | 39        |
| 4.3.2      | Các đặc điểm của EDCA .....                                                   | 40        |
| 4.3.3      | Kiến trúc và định dạng những khung tin quan trọng của 802.11e .....           | 50        |
| <b>4.4</b> | <b>Kết chương .....</b>                                                       | <b>54</b> |
| <b>5</b>   | <b><i>Phân tích hiệu quả của chất lượng dịch vụ cho mạng 802.11 .....</i></b> | <b>56</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Phân tích hiệu năng chất lượng dịch vụ của mạng IEEE 802.11 DCF .....</b>  | <b>56</b> |
| <b>5.2</b> | <b>Phân tích hiệu năng chất lượng dịch vụ của mạng IEEE 802.11E .....</b>     | <b>60</b> |
| <b>5.3</b> | <b>Phân tích hiệu năng Bianchi trên môi trường 802.11 .....</b>               | <b>62</b> |
| <b>5.4</b> | <b>Công thức Bianchi cho phân tích QoS với DCF MAC protocol .....</b>         | <b>65</b> |
| 5.4.1      | Trường hợp giữa các trạm chỉ trao đổi dữ liệu Voice .....                     | 65        |
| <b>5.5</b> | <b>Kết chương .....</b>                                                       | <b>69</b> |
| <b>6</b>   | <b><i>Các kết quả phân tích và đánh giá .....</i></b>                         | <b>71</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Bộ mô phỏng NS-2 .....</b>                                                 | <b>71</b> |
| 6.1.1      | Triển khai mạng không dây IEEE 802.11 trong NS-2 .....                        | 72        |
| 6.1.2      | Triển khai VoIP trong NS-2 .....                                              | 74        |
| <b>6.2</b> | <b>Kết quả của việc triển khai VoIP trên IEEE 802.11 .....</b>                | <b>74</b> |
| 6.2.1      | Thực hiện thoại VoIP với codec G.711 .....                                    | 75        |
| 6.2.2      | Thực hiện thoại VoIP với codec G.729 .....                                    | 77        |
| 6.2.3      | Thực hiện thoại VoIP với 802.11e .....                                        | 78        |
| <b>6.3</b> | <b>Kết chương .....</b>                                                       | <b>81</b> |

|          |                                 |           |
|----------|---------------------------------|-----------|
| <b>7</b> | <b><i>Tổng kết</i></b>          | <b>83</b> |
| 7.1      | Tổng kết                        | 83        |
| 7.2      | Định hướng nghiên cứu tiếp theo | 85        |

## Danh Mục Hình vẽ

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Hình 2-1: Thiết bị không dây điển hình: Wireless Access Point và card mạng không dây .....                                                                 | 4  |
| Hình 2-2: Mạng IBSS .....                                                                                                                                  | 5  |
| Hình 2-3: Mạng Infrastructure BSS .....                                                                                                                    | 6  |
| Hình 2-4: Mạng dịch vụ mở rộng ESS .....                                                                                                                   | 7  |
| Hình 2-5: Các thành phần chuẩn trong 802.11 .....                                                                                                          | 8  |
| Hình 2-6: Các lớp trong giao thức MAC của 802.11 .....                                                                                                     | 10 |
| Hình 2-7: Cơ chế truy nhập cơ bản .....                                                                                                                    | 11 |
| Hình 2-8: Lược đồ thời gian của CSMA/CA .....                                                                                                              | 12 |
| Hình 2-9: Minh họa cơ chế CSMA/CA với backoff.....                                                                                                         | 14 |
| Hình 2-10: Trao đổi thông tin giữa hai trạm nguồn, đích và NAV được kết hợp với cảm nhận đường truyền vật lý để chỉ ra trạng thái bận ở đường truyền. .... | 15 |
| Hình 2-11: 802.11 DCF MAC protocol .....                                                                                                                   | 17 |
| Hình 2-12: IEEE MAC frame format .....                                                                                                                     | 18 |
| Hình 2-13 Frame Control Format .....                                                                                                                       | 19 |
| Hình 2-14: Trao đổi khung tin ở dạng cơ bản .....                                                                                                          | 19 |
| Hình 2-15: Trao đổi khung tin có sử dụng thêm RTS và CTS .....                                                                                             | 20 |
| Hình 2-16: Thời gian trễ trung bình. ....                                                                                                                  | 21 |
| Hình 3-1: Minh họa QoS - Phân chia ưu tiên với các lưu lượng mạng.....                                                                                     | 24 |
| Hình 3-2: Ba thành phần chính cho việc triển khai QoS.....                                                                                                 | 25 |
| Hình 3-3: Các mức độ đòi hỏi triển khai QoS.....                                                                                                           | 26 |
| Hình 3-4: Single Domain Wireless Network .....                                                                                                             | 30 |
| Hình 3-5: Đánh giá độ trễ đầu cuối .....                                                                                                                   | 32 |
| Hình 3-6: Ảnh hưởng của tỉ lệ mất gói với chất lượng thoại .....                                                                                           | 34 |
| Hình 3-7: Các cấp độ hài lòng MOS.....                                                                                                                     | 35 |
| Hình 4-1: Bốn AC cùng các bộ đệm AIFS, CW và Backoff timer tương ứng. ....                                                                                 | 41 |
| Hình 4-2: Mức ưu tiên thiết lập dựa trên AIFS.....                                                                                                         | 43 |
| Hình 4-3: Contention Free Bursting (CFB) .....                                                                                                             | 46 |
| Hình 4-4: Cơ chế truy cập phương tiện EDCA .....                                                                                                           | 47 |
| Hình 4-5: Cơ chế truy nhập EDCA và trạng thái xung đột trong .....                                                                                         | 49 |

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Hình 4-6: Cơ chế truy nhập EDCA và trạng thái xung đột ngoài .....</i>                        | <i>50</i> |
| <i>Hình 4-7: Kiến trúc IEEE 802.11e MAC .....</i>                                                | <i>51</i> |
| <i>Hình 4-8: MAC Header và QoS subfield .....</i>                                                | <i>51</i> |
| <i>Hình 4-9: Vị trí của hai trường TID và QoS Control trong phần 802.11 MAC header .....</i>     | <i>52</i> |
| <i>Hình 4-10: Tập các thành tố tham số của EDCA .....</i>                                        | <i>53</i> |
| <i>Hình 4-11: Trường QoS Info và QoS Capability Element .....</i>                                | <i>54</i> |
| <i>Hình 5-1: Mô hình chuỗi Markov của backoff window .....</i>                                   | <i>64</i> |
| <i>Hình 6-1: Cơ chế hoạt động của NS-2 .....</i>                                                 | <i>71</i> |
| <i>Hình 6-2: Các bước mô phỏng trên NS-2 .....</i>                                               | <i>72</i> |
| <i>Hình 6-3: Các thành phần trong một mô hình node mạng không dây .....</i>                      | <i>73</i> |
| <i>Hình 6-4: Cấu hình hệ thống mạng mô phỏng .....</i>                                           | <i>74</i> |
| <i>Hình 6-5: Thời gian trễ trung bình tại AP khi sử dụng VoIP codec G.711 trên 802.11b .....</i> | <i>75</i> |
| <i>Hình 6-6: Thời gian trễ trung bình tại AP khi sử dụng G.711 với 802.11g .....</i>             | <i>76</i> |
| <i>Hình 6-7: Thời gian trễ trung bình G.729 khi sử dụng 802.11g .....</i>                        | <i>78</i> |
| <i>Hình 6-8: Tỷ lệ rơi gói tại AP khi thực hiện 802.11e theo codec G.729 .....</i>               | <i>79</i> |

## Danh Mục Bảng

|                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Bảng 2-1: Một số phiên bản trong bộ chuẩn IEEE 802.11 .....</i>                                                                                                                                                          | <i>8</i>  |
| <i>Bảng 2-2: Các tham số của 802.11 DCF protocol .....</i>                                                                                                                                                                  | <i>16</i> |
| <i>Bảng 3-1: Các codec dùng cho ứng dụng thoại .....</i>                                                                                                                                                                    | <i>31</i> |
| <i>Bảng 3-2: Ảnh hưởng của trễ đầu cuối tới chất lượng thoại .....</i>                                                                                                                                                      | <i>33</i> |
| <i>Bảng 3-3: Ảnh hưởng của trễ tại Access Point tới chất lượng thoại .....</i>                                                                                                                                              | <i>33</i> |
| <i>Bảng 3-4: Ảnh hưởng của Jitter với chất lượng thoại .....</i>                                                                                                                                                            | <i>34</i> |
| <i>Bảng 2-3-5: Packet Header của các gói tin VoIP .....</i>                                                                                                                                                                 | <i>36</i> |
| <i>Bảng 4-1: Ảnh xạ mức ưu tiên người dùng (UP) và loại truy nhập (AC) .....</i>                                                                                                                                            | <i>40</i> |
| <i>Bảng 4-2: Giá trị mặc định cho các tham số EDCA .....</i>                                                                                                                                                                | <i>42</i> |
| <i>Bảng 4-3: Các giá trị mặc định của sổ phân tranh trong 802.11e .....</i>                                                                                                                                                 | <i>44</i> |
| <i>Bảng 5-1: giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của contention window cho 3 PHY được đặc tả theo chuẩn 802.11: Frenquency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Hopping Squence Spread Spectrum (DSSS) và Hồng ngoại (IR).....</i> | <i>63</i> |
| <i>Bảng 6-1: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi không có kết nối TCP .....</i>                                                                                                                                           | <i>79</i> |
| <i>Bảng 6-2: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi có 1 kết nối TCP .....</i>                                                                                                                                               | <i>80</i> |
| <i>Bảng 6-3: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi có 2 kết nối TCP. ....</i>                                                                                                                                               | <i>80</i> |

## Chương 1

# Mở đầu

### 1.1 Bối cảnh nghiên cứu

Xã hội càng phát triển nhu cầu truyền thông của con người ngày càng cao, chính vì vậy mà lĩnh vực này liên tục được tập trung nghiên cứu và phát triển trong nhiều năm qua. Do những lợi ích về tính linh hoạt và tiện lợi khi sử dụng nên các chuẩn không dây ngày càng được ứng dụng phổ biến, mỗi chuẩn kỹ thuật đều có những ưu và nhược điểm về phạm vi phủ sóng, tốc độ truyền dữ liệu, yêu cầu về thời gian thực... Tùy từng yêu cầu cụ thể mà chúng ta sử dụng các kỹ thuật khác nhau. Hiện nay, hệ thống mạng cục bộ không dây IEEE 802.11 Wireless Local Area Network (WLAN) là một trong những công nghệ mạng không dây được triển khai rộng rãi nhất trên toàn thế giới. Thành công của IEEE 802.11 chủ yếu đến từ tính hiệu quả, giá thành rẻ, dễ dàng lắp đặt, triển khai và tốc độ truyền dữ liệu khá cao.

Cùng ra đời trong sự phát triển của nhu cầu liên lạc giao tiếp xã hội, các ứng dụng truyền thông đa phương tiện - multimedia đang khẳng định vai trò và ý nghĩa quan trọng của mình một cách mạnh mẽ. Các ứng dụng truyền thông đa phương tiện xuất hiện ở nhiều nơi, nhiều lúc và trong nhiều lĩnh vực, từ đời sống thường nhật, giao tiếp liên lạc, giải trí và giáo dục: VoIP, Movie Streaming, Video Conference ... Do đó sự kết hợp giữa tính linh hoạt và tiện lợi của mạng không dây WLAN và nhu cầu sử dụng lớn của các ứng dụng đa phương tiện trở thành một xu hướng tất yếu, đầy tiềm năng. Như ta đã biết, với những tiến bộ của công nghệ hình ảnh, âm thanh cùng với mong muốn của người dùng thì các ứng dụng đa phương tiện luôn có nhu cầu sử dụng đường truyền cả về tốc độ và chất lượng vượt trước khả năng đáp ứng của phương tiện. Đây chính là câu hỏi mà bài toán chất lượng dịch vụ cần phải giải quyết.

Trên mạng WLAN, cơ chế giải quyết truy nhập phương tiện truyền thống 802.11 MAC không có khả năng hỗ trợ những ứng dụng đa phương tiện luôn đòi hỏi đảm bảo về chất lượng dịch vụ (QoS) cho những yêu cầu về tính ổn định, thời gian và độ tin cậy về truyền dữ liệu. Việc thiếu khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ trong 802.11 tạo ra một khiếm khuyết lớn khi ta muốn triển khai những ứng dụng

truyền thông đa phương tiện hiện đại trên nền công nghệ mạng không dây 802.11. Với những đòi hỏi cấp thiết như vậy, đã có khá nhiều nghiên cứu hướng vào việc tạo ra khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ cho 802.11 WLAN. Hiện nay cộng đồng IEEE 802.11 Working Group đã đề xuất một phiên bản cải tiến cho 802.11 – phiên bản 802.11e – có khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Với cơ chế truy nhập phương tiện Enhanced Distributed Channel Access (EDCA), phiên bản 802.11e đã có sự phân biệt loại dữ liệu bằng cách gán cho mỗi loại một mức ưu tiên tùy theo yêu cầu chất lượng dịch vụ của lưu lượng. Mỗi mức ưu tiên sẽ sử dụng một tập các tham số tác động vào quá trình truy nhập đường truyền. Bằng cách này, 802.11e có thể cung cấp được khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ dựa trên việc phân phối truy nhập đường truyền.

Bên cạnh đó, để áp dụng hiệu quả mạng WLAN thì vẫn cần có những nghiên cứu chỉ ra được những tác động và năng lực của hệ thống khi triển khai với những ứng dụng thời gian thực có đòi hỏi riêng, khắt khe. Ví dụ: ứng dụng VoIP với tính năng đòi hỏi tương tác cao, hai chiều nhưng đơn “phương tiện” chỉ có thoại.

Tóm lại việc nghiên cứu đánh giá hiệu quả của QoS trên hệ thống WLAN là cần thiết, trong đó ứng dụng thời gian thực mà ta chọn VoIP là đại diện, chúng ta phải tìm ra được những nhu cầu riêng tùy thuộc loại hình nhằm đáp ứng đúng đòi hỏi của ứng dụng và đây cũng là mục đích hướng tới khi thực hiện luận văn này.

## **1.2 Nội dung nghiên cứu**

Trong khuôn khổ luận văn, tác giả xin được trình bày nghiên cứu của mình về các vấn đề như sau:

- Nghiên cứu khái quát hoá mô hình thoại Voice over IP trên mạng WLAN
- Phân tích và tiếp cận một số yêu cầu riêng cho ứng dụng thoại VoIP thông qua việc sử dụng mô hình ước lượng có so sánh với kết quả của thực nghiệm và mô phỏng.
- Tập hợp và đánh giá ảnh hưởng của 802.11 MAC lên chất lượng của VoIP.
- Đánh giá và đề xuất một số biện pháp nhằm cải thiện chất lượng dịch vụ cho ứng dụng VoIP dựa trên những kết quả thu thập được.

### **1.3 Cấu trúc luận văn**

Luận văn được chia thành 7 chương

- Chương 1: Giới thiệu chung về luận văn, bối cảnh nghiên cứu và định hướng đề tài của luận văn.
- Chương 2: Giới thiệu mạng không dây theo chuẩn 802.11 và những khái niệm trong mạng cục bộ không dây 802.11
- Chương 3: Giới thiệu các khái niệm chất lượng dịch vụ trong mạng không dây theo chuẩn 802.11 và những yêu cầu về chất lượng dịch vụ trong mạng WLAN IEEE 802.11, đặc biệt là những yêu cầu cho dịch vụ thoại.
- Chương 4: Giới thiệu về chuẩn IEEE 802.11, hỗ trợ chất lượng dịch vụ trên nền IEEE 802.11
- Chương 5: Trình bày về những phương pháp đánh giá hiệu năng chất lượng dịch vụ của mạng không dây WLAN
- Chương 6: Xây dựng hệ thống mô phỏng, phân tích thông số chất lượng dịch vụ. Thực hiện việc phân tích và tổng hợp kết quả thu được từ hệ thống mô phỏng để đánh giá hiệu năng của hệ thống chất lượng dịch vụ.
- Chương 7: Tổng kết và đánh giá những kết quả đạt được trong quá trình thực hiện nghiên cứu và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp tục phát triển cho đề tài.

## Chương 2

# Giới thiệu mạng cục bộ không dây

### 2.1 Khái niệm mạng cục bộ không dây WLAN

Mạng cục bộ không dây Wireless Local Area Network – WLAN là một hệ thống mạng máy tính cục bộ (LAN), sử dụng sóng điện từ vô tuyến làm phương tiện vận tải thông tin giữa các máy tính trong cùng mạng.

Các đặc tả của mạng WLAN được mô tả chi tiết bởi bộ chuẩn IEEE 802.11. Đây là tập hợp bao gồm rất nhiều tiêu chuẩn cho truyền thông trên mạng cục bộ không dây (WLAN), được thống nhất và đề ra bởi cộng đồng IEEE LAN/MAN Standards Committee với dải phổ 5GHz và 2.4 GHz.

Bộ chuẩn 802.11 bao gồm các kỹ thuật điều chế vô tuyến sử dụng một số giao thức cơ bản. Trong đó phổ biến nhất là các giao thức 802.11b và 802.11g, là những bản cập nhật thêm vào cho phiên bản 802.11 gốc đầu tiên.



Hình 2-1: Thiết bị không dây điển hình: Wireless Access Point và card mạng không dây

Ngoài ra trong hệ thống WLAN chúng ta còn một số khái niệm sau:

✚ *Trạm không dây – Wireless LAN Station*

Trạm không dây (STA), khái niệm cơ bản và chung nhất, được định nghĩa là bất kỳ thiết bị nào có tính năng của giao thức 802.11: bao gồm MAC, PHY và một kết nối phương tiện không dây. Thông thường thì các tính năng này được đặt trong phần cứng và phần mềm của card giao tiếp mạng (NIC).

Một máy trạm không dây có thể là laptop PC, thiết bị cầm tay, Acces Point (AP).

✚ Tập dịch vụ cơ sở - *Basic service set(BSS)*

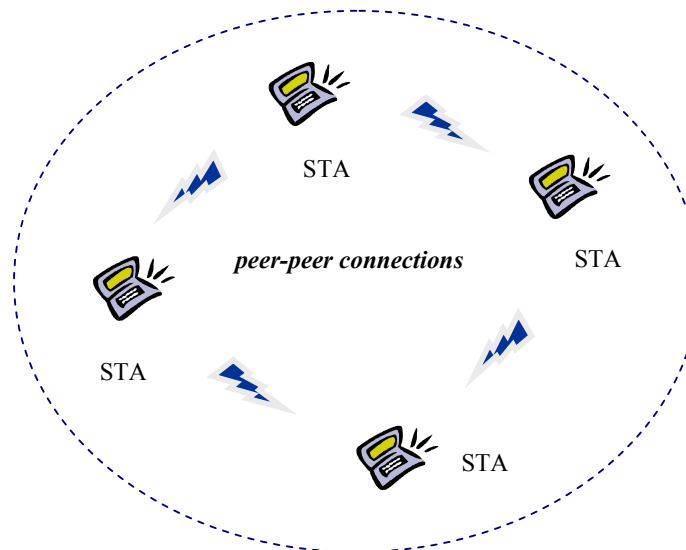
Tập dịch vụ cơ sở được hiểu như những khối cơ bản xây dựng nên mạng không dây, là tập hợp bao gồm một số lượng bất kỳ các trạm không dây 802.11

## 2.2 Phân loại mạng cục bộ không dây

Hệ thống mạng WLAN được chia thành một số dạng cơ bản như sau:

✚ **IBSS (Independent Basic Service Set):** Tập dịch vụ cơ sở độc lập

Một IBSS là một nhóm các trạm 802.11 liên lạc trực tiếp với nhau (thấy nhau theo nghĩa quang học) và như vậy chỉ liên lạc được trong khoảng thấy nhau. IBSS còn được đề cập đến như là một mạng ad-hoc bởi vì về cơ bản thì nó là một mạng không dây peer-to-peer (ngang hàng). Mạng không dây nhỏ nhất có thể là một IBSS với hai trạm STA.

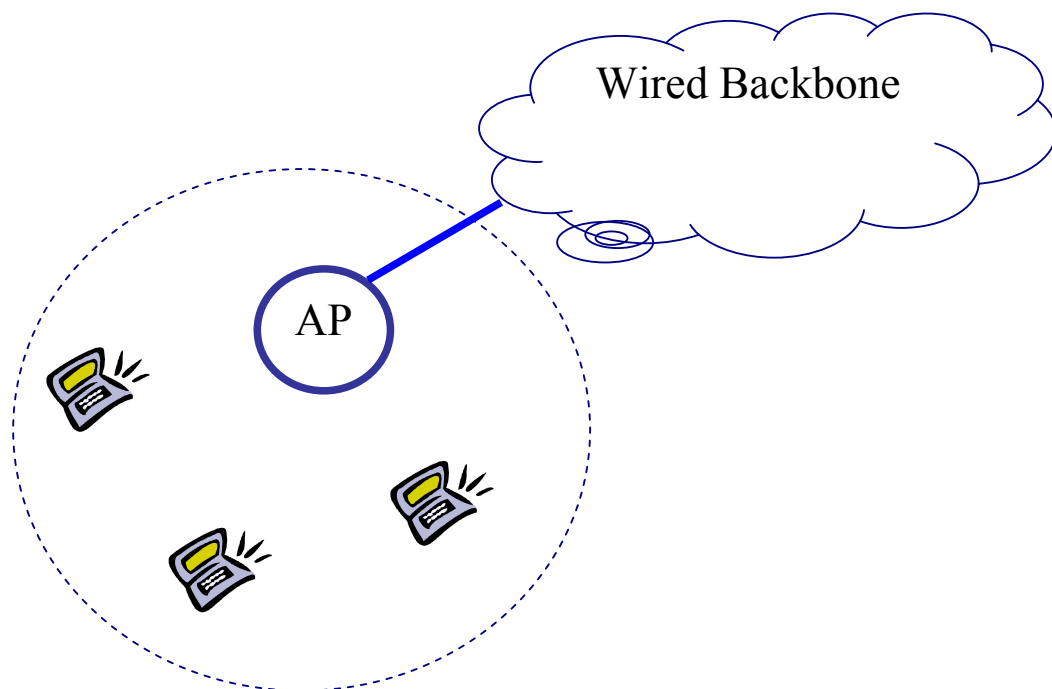


Hình 2-2: Mạng IBSS

Đặc biệt, IBSS được xem là một số ít các trạm được thiết lập cho những mục đích cụ thể và tồn tại trong thời gian ngắn. Ví dụ: xây dựng mạng có thời gian sống ngắn để phục vụ cho hội nghị.

### 🚧 Infrastructure BSS: Tập dịch vụ cơ sở

*Infrastructure BSS* có điểm khác biệt với IBSS là sử dụng một Access Point (access point). Access point là điểm trung tâm trong quá trình truyền thông giữa các trạm trong *Infrastructure BSS*, các trạm client (khách) không liên lạc trực tiếp với nhau mà chúng liên lạc với nhau qua access point mà được access point chuyển tiếp các khung dữ liệu đến trạm đích. Khi đó khu vực dịch vụ cơ bản tương ứng với một *Infrastructure BSS* được định nghĩa là những điểm mà tại đó có thể nhận được tín hiệu vô tuyến từ access point. Access point có thể được trang bị một cổng uplink (hướng lên) để kết nối BSS đến một mạng có dây (ví dụ như Ethernet uplink). Cấu hình mạng này còn được biết đến với một cái tên khác đó là *single domain WiFi* – mạng không dây đơn miền.



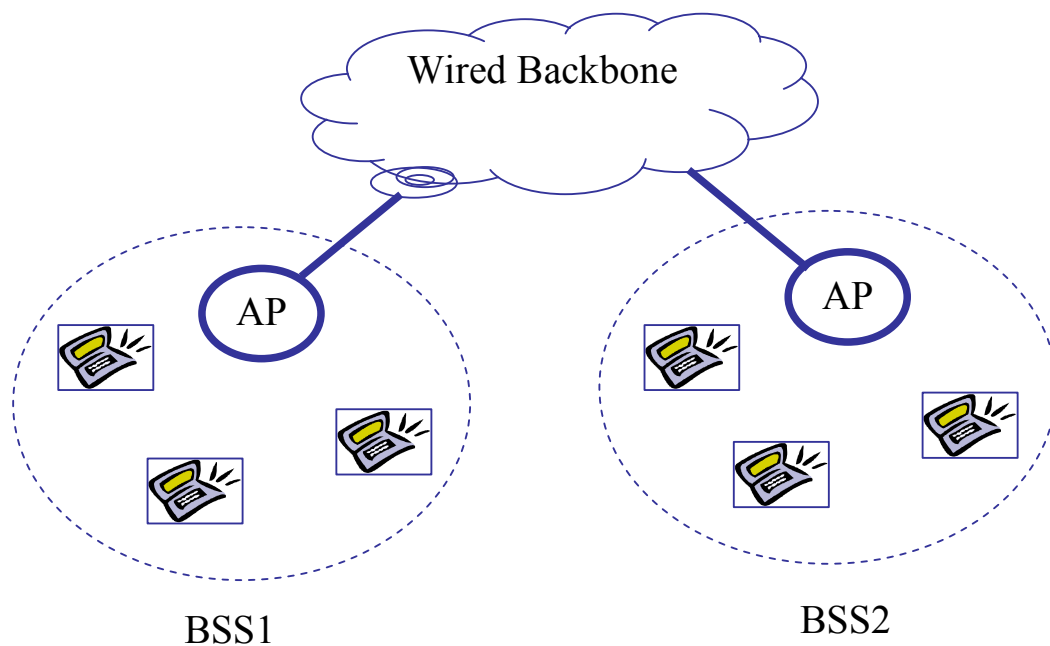
Hình 2-3: Mạng Infrastructure BSS

### 🚧 ESS (Extended Service Set): Tập dịch vụ mở rộng

BSS có thể sử dụng trong văn phòng nhỏ hoặc gia đình nhưng không thể sử dụng trong khu vực lớn. 802.11 cho phép xây dựng mạng không dây kích thước lớn bằng cách liên kết các BSS vào một ESS. Các BSS kết nối với nhau vào một mạng

đường trục tạo thành một ESS. Tất cả các access point trong ESS được gán cùng giá trị nhận dạng dịch vụ (SSID: Same Service Identifier – định danh tập dịch vụ).

IEEE 802.11 không đặc tả một kỹ thuật đường trục đặc biệt, nó chỉ yêu cầu mạng đường trục cung cấp một tập các dịch vụ cụ thể. Các trạm trong cùng ESS có thể liên lạc với nhau thậm chí các trạm này có thể ở những khu vực dịch vụ khác nhau và thậm chí có thể di chuyển giữa các khu vực này với nhau. Để các trạm trong ESS liên lạc với nhau, môi trường không dây phải hoạt động như một kết nối lớp 2 riêng lẻ. Access point hoạt động như bridge. Vì vậy truyền thông trực tiếp giữa các trạm trong một ESS yêu cầu mạng đường trục giống như là kết nối lớp 2.

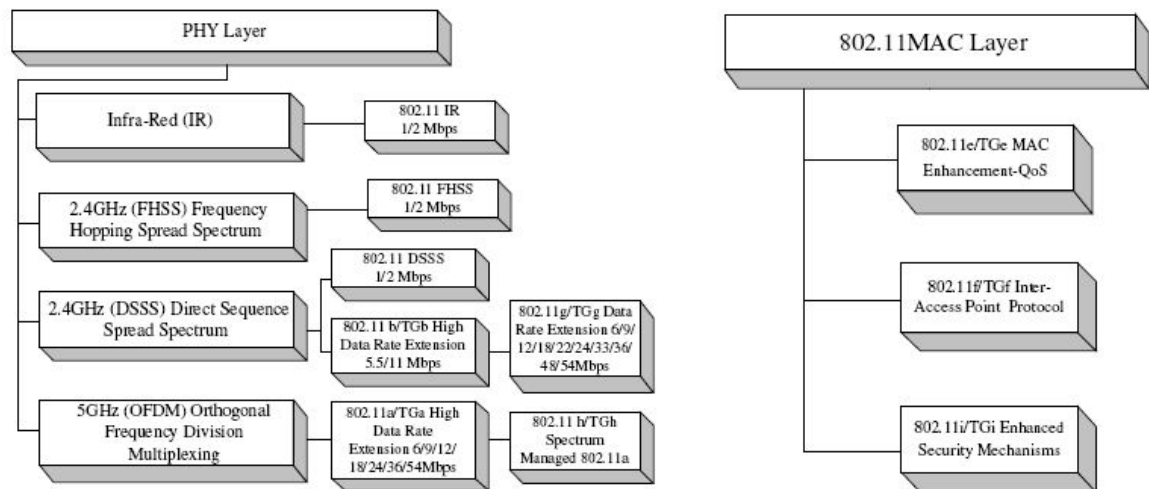


Hình 2-4: Mạng dịch vụ mở rộng ESS

### 2.3 Các chuẩn của IEEE 802.11x về mạng WLAN

Tất cả những mạng trong chuẩn 802.11x đều bao gồm thành phần MAC và PHY:

- MAC: tập các quy tắc xác định giao thức truy cập môi trường và truyền nhận dữ liệu.
- PHY: chi tiết thông tin về giao thức truyền và nhận dữ liệu.



Hình 2-5: Các thành phần chuẩn trong 802.11

Bảng thông tin dưới đây sẽ mô tả cho chúng ta một số đặc tả quan trọng trong bộ chuẩn IEEE 802.11

| Protocol | Release Date      | Op. Frequency    | Throughput (Typ) | Data Rate (Max) | Modulation Technique | Range (Radius Indoor)<br>Depends, # and type of walls | Range (Radius Outdoor)<br>Loss includes one wall |
|----------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Legacy   | 1997              | 2.4 GHz          | 0.9 Mbit/s       | 2 Mbit/s        |                      | ~20 Meters                                            | ~100 Meters                                      |
| 802.11a  | 1999              | 5 GHz            | 23 Mbit/s        | 54 Mbit/s       | OFDM                 | ~35 Meters                                            | ~120 Meters                                      |
| 802.11b  | 1999              | 2.4 GHz          | 4.3 Mbit/s       | 11 Mbit/s       | DSSS                 | ~38 Meters                                            | ~140 Meters                                      |
| 802.11g  | 2003              | 2.4 GHz          | 19 Mbit/s        | 54 Mbit/s       | OFDM                 | ~38 Meters                                            | ~140 Meters                                      |
| 802.11n  | Sept 2008 (est.)  | 2.4 GHz<br>5 GHz | 74 Mbit/s        | 248 Mbit/s      | MIMO                 | ~70 Meters                                            | ~250 Meters                                      |
| 802.11y  | March 2008 (est.) | 3.7 GHz          | 23 Mbit/s        | 54 Mbit/s       |                      | ~50 Meters                                            | ~5000 Meters                                     |

Bảng 2-1: Một số phiên bản trong bộ chuẩn IEEE 802.11

#### Đặc tả cơ bản 802.11-1997 (802.11 legacy)

Nguyên bản của chuẩn IEEE 802.11 được đưa ra vào năm 1997 và chính thức công nhận vào năm 1999, bao gồm 2 tốc độ truyền dữ liệu thô là 1 và 2 Mbit/s trên dải tần ISM với tần số là 2.4 GHz. Phiên bản kế thừa từ đó là 802.11b là phiên bản được phát triển và phổ dụng nhanh chóng từ phiên bản gốc ban đầu.

#### 802.11a

Phiên bản 802.11a, mô tả các thông số và giao thức cho tầng vật lý, sử dụng chung các giao thức core như bản chuẩn nguyên gốc ban đầu. Hoạt động ở dải 5Ghz với băng thông tốc độ là 54Mbps/s, và làm việc tin cậy ở thực tế khoảng 20 Mbit/s.

#### 802.11b

Phiên bản 802.11b, mô tả các thông số và giao thức cho tầng vật lý và tầng MAC. Hoạt động ở dải 2.4Ghz với băng thông tốc độ là 11Mbps có thông lượng là 4.3 Mbps.

#### 802.11g

Phiên bản 802.11g, mô tả các thông số và giao thức cho tầng vật lý và MAC. Đây là phiên bản hỗ trợ rộng rãi nhất hiện nay tại Việt Nam. Hoạt động ở dải 2.4Ghz với băng thông tốc độ là 54Mbps có thông lượng là 19Mbps.

#### 802.11n

Đây cũng là một đặc tả cho tầng vật lý và MAC. Hoạt động ở dải 2.4Ghz với băng thông tốc độ là 248Mbps có thông lượng là 74 Mbps

#### 802.11e

Chuẩn qui định về một số cải tiến QoS cho mạng WLAN 802.11 thông qua một số điều chỉnh ở lớp MAC. Chuẩn này được coi là một bước cải tiến đáng kể đối với những ứng dụng nhạy cảm với thời gian trễ như VoIP hay các ứng dụng Streaming Media.

## 2.4 Giao thức điều khiển truy nhập phương tiện 802.11MAC

Các giao thức 802.11 có vai trò giống như các giao thức khác trong lớp 802.x, nó bao phủ hai lớp MAC và Physical trong mô hình OSI.

|            |    |    |                 |
|------------|----|----|-----------------|
| 802.2      |    |    | Data Link Layer |
| 802.11 MAC |    |    |                 |
| FH         | DS | IR | PHY Layer       |

Hình 2-6: Các lớp trong giao thức MAC của 802.11

Ngoài các tính năng thông thường cho tầng MAC thì giao thức MAC của 802.11 còn có những tính năng liên quan tới các giao thức tầng trên như: phân mảnh, truyền lại gói tin, báo nhận.

Trong giao thức 802.11 tầng MAC định nghĩa hai phương thức truy nhập đường truyền:

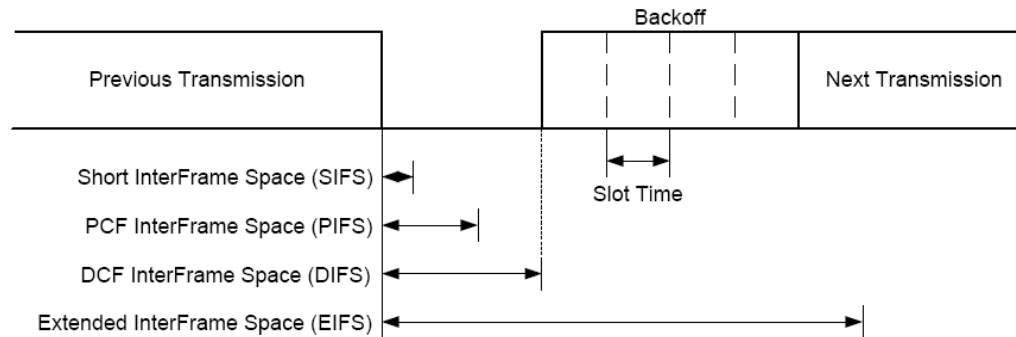
- Phương thức: Distributed Coordination Function – DCF
- Phương thức: Point Coordinate Function – PCF

Trong đó phương thức: Distributed Coordination Function – DCF là một cơ chế truy nhập cơ bản, được xây dựng dựa trên cơ chế Đa truy nhập cảm nhận sóng mang, tránh đụng độ (*Carrier Sense Mutiple Access with Collision Avoidance – CSMA/CA*). Còn phương thức PCF do hiệu quả không cao và chi phí triển khai lớn nên không được đưa vào ứng dụng sản xuất, do vậy chi tiết của giao thức sẽ không được trình bày trong cuốn luận văn này.

### 2.4.1 Khái niệm khung thời gian trống

Như đã trình bày ở trên, giao thức 802.11 xây dựng 2 cơ chế truy nhập đường truyền cơ bản: truy nhập ngẫu nhiên – Distributed Coordinator Function (DCF) và truy nhập chỉ định yêu cầu – Point Coordinator Function (PCF). Cả hai cơ chế này đều có chung khái niệm về khung thời gian trống

Chuẩn IEEE 802.11 định nghĩa bốn loại khung thời gian Inter Frame Space là các khoảng thời gian trống được chèn vào giữa các frame với những mức ưu tiên khác nhau:



Hình 2-7: Cơ chế truy nhập cơ bản

- SIFS – Short Inter Frame Space: được dùng để phân tách việc truyền thông theo từng khối đơn (ví dụ cặp Frame – Ack) và là loại Inter Frame Space nhỏ nhất. Tại mỗi thời điểm nhất định luôn chỉ có tối đa một trạm tin thực hiện truyền thông. Giá trị của SIFS là cố định với mỗi loại tầng vật lý ví dụ với tầng vật lý 802.11 FH thì giá trị của nó là 28 micro giây.
- PIFS – Point Coordination IFS: Được sử dụng bởi các Access Point (hay Point Coordinator) nhằm giành được quyền truy cập vào đường truyền trước các máy trạm khác. Giá trị của PIFS được tính bằng giá trị của SIFS cộng thêm một Slot Time (độ dài của một khe thời gian) ví dụ 78 micro giây.

$$\text{PIFS} = \text{SIFS} + \text{SLOT}$$

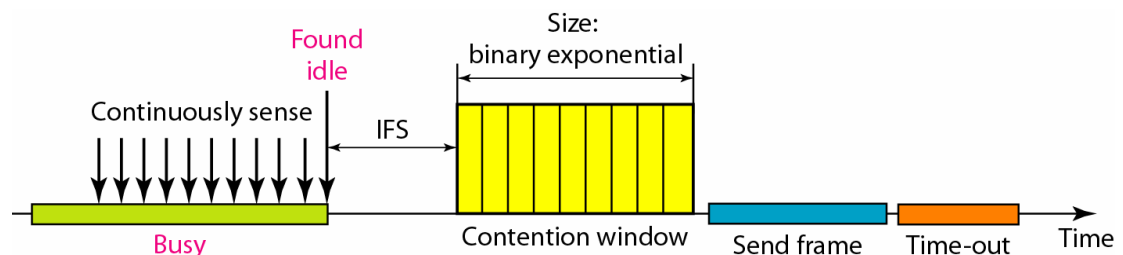
- DIFS – Distributed IFS: là khoảng trống được chèn thêm vào giữa các khung tin giúp cho trạm truyền tin sẵn sàng bắt đầu một phiên truyền dữ liệu mới.  $\text{DIFS} = \text{PIFS} + \text{Slot Time}$ . Ví dụ: 128 micro giây.

$$\text{DIFS} = \text{SIFS} + 2 * \text{SLOT}$$

- EIFS – Extended IFS: là một IFS dài hơn được sử dụng khi một trạm nhận được một gói tin mà nó không hiểu. Khoảng thời gian trống này sẽ được sử dụng để ngăn chặn việc một trạm tin (trạm này không biết được thông tin về thời gian truyền trong Virtual Carrier Sense) bị xung đột với các packet khác của khối dữ liệu hiện tại.

### 2.4.2 Giao thức đa truy nhập cảm nhận sóng mang tránh xung đột CSMA/CA

Giao thức CSMA làm việc với nguyên lý: Một máy trạm phát tín hiệu cảm nhận đường truyền. Nếu đường truyền bận (ví dụ như có trạm khác đang truyền chẳng hạn) thì trạm này sẽ lùi lại việc truyền thông một khoảng thời gian nào đó. Nếu trạm cảm nhận được là đường truyền rỗi thì trạm sẽ được phép truyền dữ liệu.



Hình 2-8: Lược đồ thời gian của CSMA/CA

Ta dễ nhận thấy loại giao thức này đặc biệt hiệu quả khi đường truyền không phải chịu nặng tải. Khi đó nó cho phép các trạm truyền tin với thời gian trễ rất nhỏ nhưng với đặc điểm của mình thì giao thức này cũng gây ra khả năng các trạm sẽ bị xung đột (cùng truyền tin vào một thời điểm) bởi vì có thể các trạm sẽ cùng nhận biết được đường truyền rỗi và sẽ gửi tin đi cùng lúc. Do vậy các tình huống gây xung đột này cần được xác định để tầng MAC có thể truyền lại gói tin mà không cần đến sự can thiệp của các lớp trên, tuy nhiên nó cũng gây ra một sự trễ nhất định. Trong trường hợp của mạng Ethernet thì sự xung đột được nhận biết bởi các trạm truyền và khi đó nó sẽ truyền sang trạng thái truyền lại gói tin với giải thuật exponential random backoff - giải thuật quay lùi ngẫu nhiên theo hàm mũ.

Tuy cơ chế phát hiện xung đột Collision Detection là biện pháp vô cùng hữu dụng đối với mạng Ethernet nhưng nó lại gặp phải những trở ngại đáng kể khi triển khai cho mạng cục bộ không dây với những lý do chính sau đây:

1. Việc triển khai cơ chế phát hiện xung đột CD đòi hỏi phải triển khai được truyền song công trên sóng radio (Full Duplex - truyền nhận tin đồng thời). Điều này sẽ làm gia tăng đáng kể chi phí triển khai.
2. Trong môi trường không dây, ta không thể đặt ra giả thiết là mọi trạm tin đều có thể nghe thấy được các trạm khác (đòi hỏi cơ bản cho cơ chế phát

hiện xung đột CD) và thực tế là cho dù trạm truyền nhận thấy đường truyền rồi để gửi tin đi thì đường truyền xung quanh khu vực của trạm nhận cũng không chắc chắn là rồi vào thời điểm đó.

Do vậy, trong hệ thống 802.11 người ta đã sử dụng cơ chế tránh xung đột – Collision Avoidance cùng với cơ chế Positive Acknowledge như sau:

Một trạm gửi sẵn sàng sẽ gửi gói tin cảm nhận phương tiện truyền. Nếu thấy đường truyền bận thì trạm sẽ tiến hành truy nhập sau. Nếu đường truyền rảnh trong một khoảng thời gian xác định (được gọi là DIFS – Distributed Inter Frame Space) thì nó sẽ được phép truyền tin, trạm nhận sẽ kiểm tra CRC của gói tin nhận được và gửi ra gói tin xác nhận (ACK). Việc nhận được ACK này cũng đồng nghĩa với việc đường truyền không bị bận. Nếu trạm truyền không nhận được ACK thì sẽ cố gắng gửi lại với sau một số lần tối đa để được ACK. Khi đó, đã sử dụng hết số lần gửi cho phép mà vẫn không có hồi âm, nó sẽ ngừng lại việc truyền tin.

#### 2.4.2.1 Exponential Backoff Alogrithm

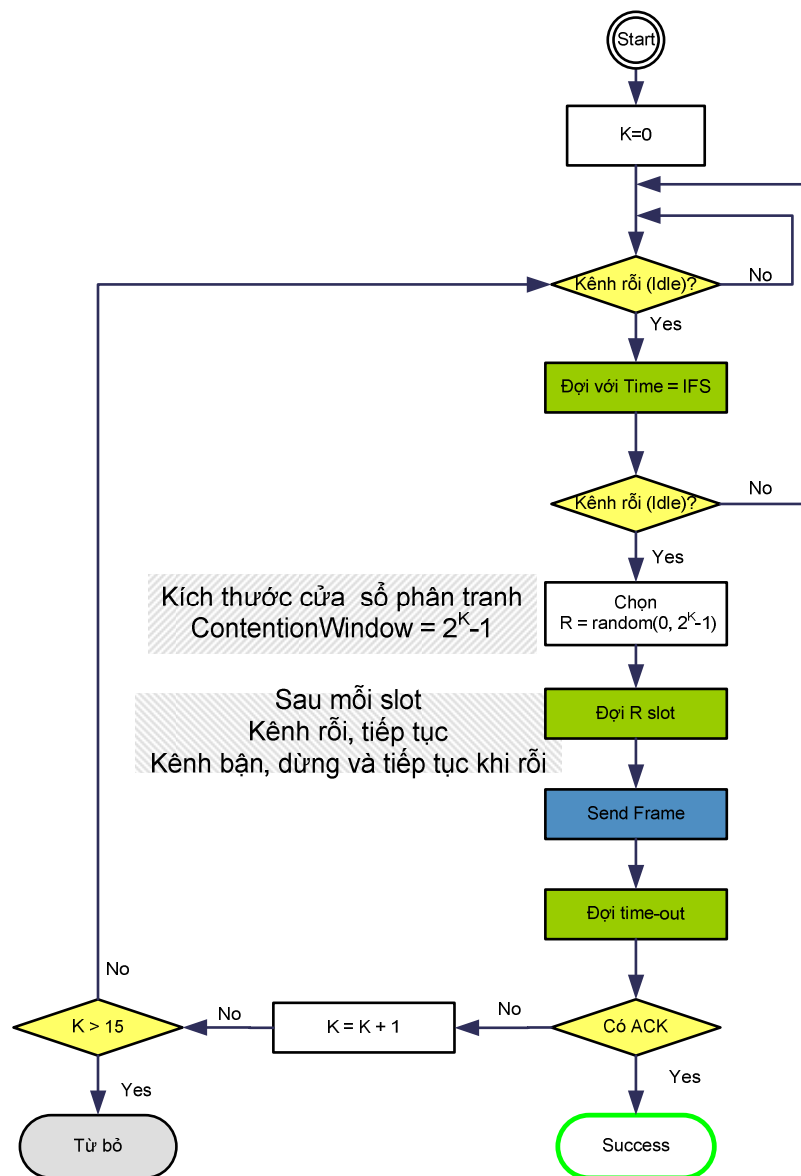
Giải thuật **Backoff** được biết đến như là một phương thức hữu dụng cho việc giải quyết sự xung đột giữa những trạm tin khác nhau đã sẵn sàng cho truy cập vào phương tiện truyền. Phương thức này yêu cầu mỗi trạm phải chọn một giá trị ngẫu nhiên Random Number (n): nằm giữa 0 và một số cho trước làm số nguyên lần độ dài khe thời gian để trạm chờ đến lượt truy nhập vào phương tiện truyền và kiểm tra xem trước đó có trạm nào khác truy nhập vào hay không.

Khái niệm Slot Time – khe thời gian là cách để các trạm xác định liệu các trạm khác có truy nhập vào đường truyền tại lúc bắt đầu của slot trước.

Giải thuật truyền lại theo phân phối mũ – Exponential Backoff có nghĩa là mỗi trạm sẽ chọn lấy một khe thời gian và khi có xung đột xảy ra thì nó sẽ tăng lên tối đa theo hàm mũ cho giá trị lựa chọn ngẫu nhiên.

Hệ thống chuẩn 802.11 định nghĩa giải thuật **Exponential Backoff Alogrithm** được sử dụng trong những trường hợp sau:

- Một station cảm nhận được phương tiện truyền trước khi truyền đi gói tin đầu tiên và phương tiện truyền đang ở trạng thái bận.
- Sau mỗi lần truyền lại gói tin – retransmission
- Sau mỗi lần truyền tin thành công.



Hình 2-9: Minh hoạ cơ chế CSMA/CA với backoff

Với CSMA/CA ta có hai chú ý quan trọng:

- Giá trị IFS có thể sử dụng để xác định mức độ ưu tiên của trạm hoặc bản thân Frame dữ liệu đó. Đặc điểm này sẽ được sử dụng trong IEEE 802.11e để quản lý chất lượng dịch vụ.

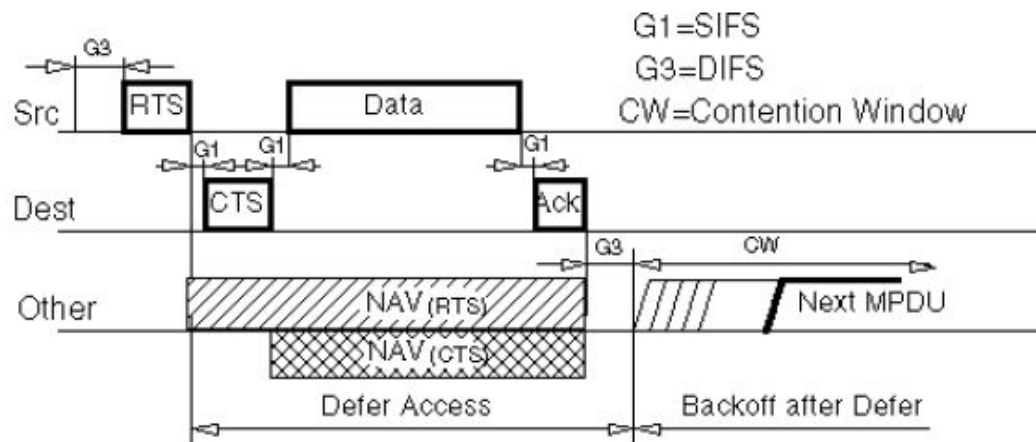
- Với CSMA/CA. khi một trạm phát hiện ra kênh bận nó sẽ không khởi động lại timer của cửa sổ phân tranh mà chỉ dừng timer lại và sẽ khởi động lại timer này khi kênh truyền đã rỗi.

❖ Virtual Carrier Sense – Cảm nhận sóng mang ảo:

Đây là cơ chế trợ giúp, nhằm giảm bớt xác suất hai trạm bị xung đột do không nghe được nhau.

Khi một trạm truyền sẵn sàng gửi tin, đầu tiên trạm sẽ gửi một gói tin điều khiển nhỏ được gọi là RTS (Request To Send) trong đó có chỉ ra địa chỉ gốc, địa chỉ đích và thời gian của việc trao đổi (ví dụ như gói tin và ACK tương ứng), trạm đích (nếu đường truyền rỗi) sẽ gửi lại gói tin điều khiển trả lời CTS (Clear To Send) cũng bao gồm những thông tin như vậy.

Tất cả các trạm không dây khi nhận được gói tin RTS hay CTS, đều cập nhật lại giá trị chỉ thị Virtual Carrier Sense của mình (còn được gọi là NAV – Network Allocation Vector). Trong một quãng thời gian nào đó, nó sẽ được dùng cùng với Physical Carrier Sense (Cảm nhận sóng mang thực) để cảm nhận đường truyền.



Hình 2-10: Trao đổi thông tin giữa hai trạm nguồn, đích và NAV được kết hợp với cảm nhận đường truyền vật lý để chỉ ra trạng thái bận ở đường truyền.

Cơ chế này làm giảm đáng kể xác suất xung đột trong khu vực của trạm nhận với một trạm bị “khuất” đối với trạm truyền. Ngoài ra do RTS và CTS là những khung tin ngắn nên nó cũng sẽ làm giảm các overhead gây ra xung đột đặc biệt là khi gói tin cần truyền có kích thước lớn hơn nhiều so với gói RTS.

### 2.4.3 Giao thức điều khiển truy nhập phương tiện DCF

Giao thức DCF – Distributed Coordination Function là giao thức cơ bản của lớp MAC 802.11. Giao thức này điều khiển việc chia sẻ kênh truyền giữa nhiều trạm khác nhau. Giao thức này hoạt động dựa trên các phương thức CSMA/CA và 802.11 RTS/CTS: Mỗi trạm có một timer, đếm lùi khi nó thấy một slot trống. Timer này bị đông lại khi trạm thấy kênh truyền bận và quay trở lại sau một khoảng trễ cố định khi nó thấy kênh rỗi. Khi bộ đếm bằng 0, trạm truyền tin. Nếu việc truyền tin bị đụng độ, trạm sẽ lựa chọn một giá trị timer mới được bội số lên sau mỗi lần bị đụng độ. Việc làm này được lặp lại cho đến khi truyền tin thành công hoặc có số lần truyền lại tối đa. Các trạm lựa chọn giá trị trễ khởi tạo trong khoảng  $\{0, 1, 2, \dots, CW_{\min}-1\} \times \text{IDLE}$ .

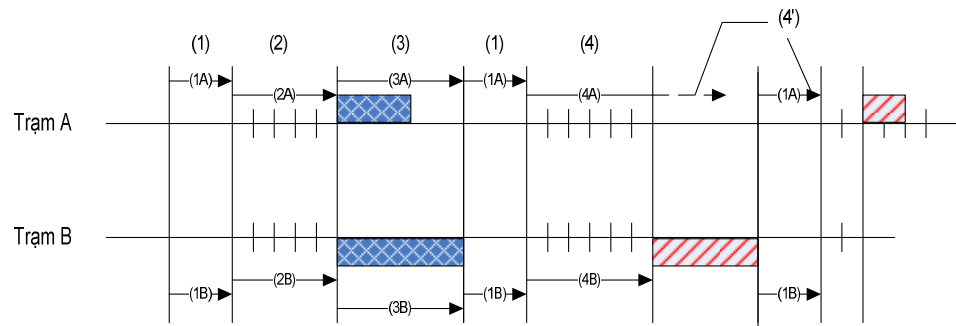
| Các tham số          | 802.11b    | 802.11g    |
|----------------------|------------|------------|
| DIFFS                | 50 $\mu$ s | 28 $\mu$ s |
| SIFS                 | 10 $\mu$ s | 10 $\mu$ s |
| IDLE                 | 20 $\mu$ s | 9 $\mu$ s  |
| $CW_{\min}$          | 32         | 16         |
| $CW_{\max}$          | 1024       | 1024       |
| Tốc độ truyền tối đa | 11 Mbps    | 54 Mbps    |
| ACK                  | 48         | 24         |

Bảng 2-2: Các tham số của 802.11 DCF protocol

Giao thức DCF có một số giới hạn sau:

- Nếu có nhiều trạm liên lạc cùng lúc, sẽ xuất hiện nhiều đụng độ do đó sẽ làm giảm băng thông hiện tại (giống Ethernet sử dụng CSMA/CD).
- Không phân chia mức độ ưu tiên cho tải.
- Nếu một trạm “chiếm” được đường truyền, nó có thể lưu giữ bao lâu tùy ý, nếu nó truyền với bit rate thấp, thì sẽ sử dụng kênh truyền lâu, ảnh hưởng đến các trạm khác.
- Không có đảm bảo cho chất lượng dịch vụ.

Để dễ hiểu chúng ta xem xét ví dụ dưới đây ( 802.11 DCF MAC protocol). Trong ví dụ chúng ta minh họa trường hợp khi có 2 trạm A và B tranh nhau một kênh truyền chung.



Hình 2-11: 802.11 DCF MAC protocol

Trong đó có sự phân chia thời gian như sau:

- ❖ Phần (1): Trên hình vẽ phần (1) là phần trễ khởi tạo, là thời gian mà mỗi trạm phải đợi sau khi kênh truyền rỗi trước khi để có thể bắt đầu truyền dữ liệu. Phần trễ này được gọi là Distributed Interframe Spacing (DIFS) và trong 802.11g DIFS có giá trị  $28 \cdot 10^{-6}$ s.
- ❖ Phần (2): Khoảng thời gian trễ được lấy ngẫu nhiên trong tập giá trị  $\{0, 1, 2, \dots, CW_{\min}-1\} \times IDLE$  trước khi trạm thử gửi đi gói tin đầu tiên. Trong đó  $CW_{\min}$ , IDLE là các tham số được cho trong giao thức.  
 Ví dụ với 11g:  $CW_{\min}=16$ ,  $IDLE=9 \cdot 10^{-6}$  s, khoảng thời gian trễ sẽ được chọn là  $\{0, 1, 2, \dots, 15\} \times 9 \cdot 10^{-6}$  s. Trong ví dụ ta giả sử cả A và B cùng lựa chọn một thời gian trễ như nhau.
- ❖ Phần (3): A và B cùng truyền tin và bị đụng độ. Cả hai trạm lặp lại bước (1) đợi cho kênh truyền rỗi với một khoảng thời gian bằng trễ khởi tạo. Mục đích của phần trễ này là đợi một lời báo việc truyền thành công được gửi đi sau khi đã đợi một khoảng thời gian Short Interframe Spacing (SIFS) ngắn hơn DIFS.
- ❖ Phần (4): Các trạm lại lấy một khoảng thời gian trễ ngẫu nhiên đồng dạng, nhưng sẽ được nhân đôi dải giá trị sau mỗi lần bị xung đột. Ví dụ trong 11g, sau lần đụng độ thứ nhất tập giá trị là  $\{0, 1, 2, \dots, 31\} \times 9 \cdot 10^{-6}$  s, sau lần thứ 2 là  $\{0, 1, 2, \dots, 63\} \times 9 \cdot 10^{-6}$  s và cứ thế. Trên hình vẽ, A lấy giá trị trễ dài hơn 3 slot so với B. Cả A và B sẽ giảm timer trễ của mình mỗi khi thấy một slot thời gian trống. Như trên hình vẽ B đã bắt đầu truyền dữ liệu khi timer của A vẫn còn 3 slot. Bộ đếm lùi của A sẽ bị đông lại trong suốt quá trình truyền dữ

liệu của B. Khi kênh truyền lại rồi, các trạm lại bắt đầu khoảng trễ khởi tạo trước khi chúng khôi phục lại đếm lùi. Như trên

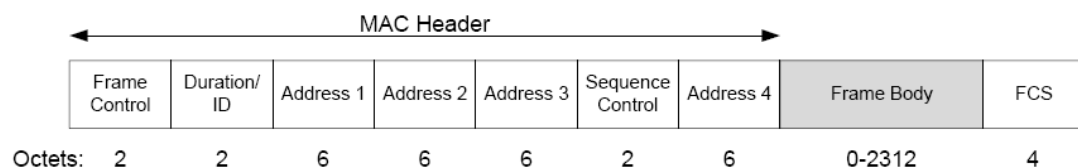
❖ Hình 2-11, sau 3 slot nữa (được chỉ ra bởi phần (4')), trạm A truyền dữ liệu.

Chúng ta mô tả các tham số cho giao thức MAC của 802.11 cho từng chuẩn 802.11a/b/g theo cùng thủ tục nhưng với đơn vị khác nhau như sau:

- DIFS: thời lượng phải đợi sau khi kênh truyền rồi trước khi trạm khôi phục lại việc cạnh tranh chiếm kênh truyền (1).
- SIFS: thời lượng phải đợi sau khi kênh truyền thành công trước khi trạm đáp ứng ra một MAC layer acknowledgement cho ACK phiên truyền dữ liệu gần nhất
- IDLE: độ dài của các slot rỗi-idle.
- $CW_{min}$ : kích thước tập khởi tạo mà khoảng đếm lùi ngẫu nhiên được chọn (2).
- $CW_{max}$ : kích thước tập lớn nhất mà khoảng ngẫu nhiên được chọn và tốc độ truyền hỗ trợ

## 2.5 Định dạng khung truyền

Định dạng khung truyền là định dạng cơ bản, bao gồm một số các trường với thứ tự cố định trong tất cả các khung truyền MAC. Định dạng chung cho khung tin MAC trong mạng WLAN được mô tả như hình vẽ dưới đây:



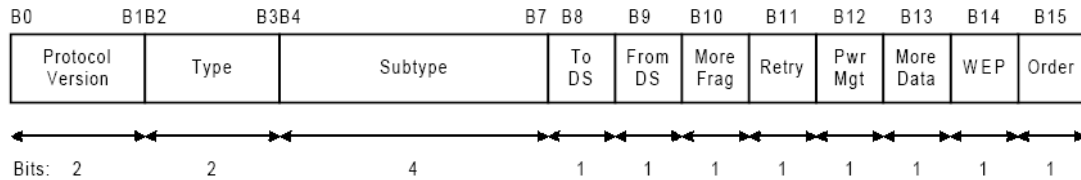
Hình 2-12: IEEE MAC frame format

Trong đó:

- ❖ Address 1 - Recipient Address: địa chỉ của STA sẽ nhận frame tức thời. Trong trường hợp bit ToDS của FrameControl được set thì đây là địa chỉ của AP, ngược lại sẽ là địa chỉ của trạm cuối.

- ❖ Address 1 – Transmitter Address: Địa chỉ của máy trạm vật lí đã phát ra frame. Nếu bit FromDS được set thì đây là địa chỉ của AP, nếu không được set thì đây là địa chỉ của một trạm STA thông thường.

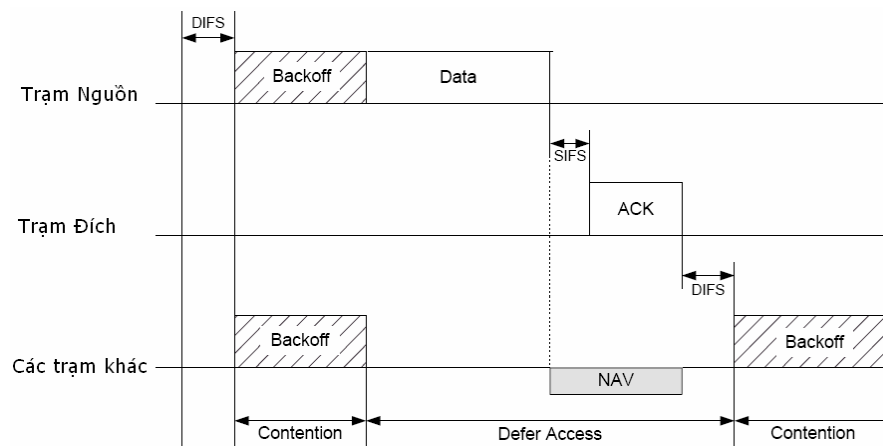
Chi tiết về các trường của Frame được miêu tả trong tài liệu [2]



Hình 2-13 Frame Control Format

## 2.6 Giao thức trao đổi khung tin cơ bản

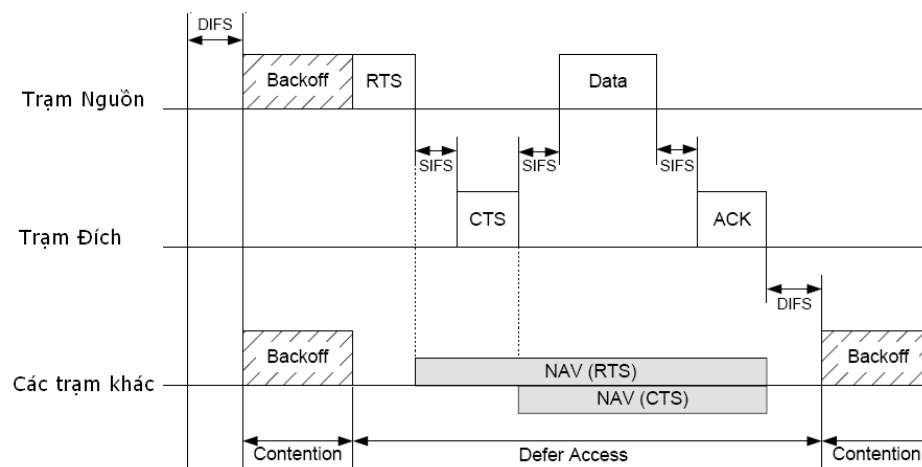
Giao thức trao đổi khung tin cơ bản hay còn gọi là Basic Frame Exchange, là giao thức yêu cầu trao đổi giữa hai trạm ở mức tối thiểu và chỉ gồm hai khung tin. Một khung dữ liệu được gửi từ nguồn đến đích và để xác nhận thành công trạm đích chỉ cần trả lời bằng một ACK. Hình vẽ dưới đây minh họa một phiên trao đổi khung tin dựa trên giao thức này. Trong đó việc trao đổi phần khung dữ liệu và ACK là những đơn vị trao đổi cơ bản không chia nhỏ theo giao thức MAC, và thao tác này không thể bị ngắt do những trạm khác gây ra.



Hình 2-14: Trao đổi khung tin ở dạng cơ bản

Để tránh gặp phải vấn đề các node bị ản, việc trao đổi giữa các trạm tin được có thể sử dụng hỗ trợ thêm hai frame điều khiển RTS (Request To Send) và CTS

(Clear To Send). Như ở trong Hình 2-15, sau khoảng thời gian đợi kênh rỗi, trạm phát gửi khung RTS để yêu cầu gửi gói tin, để đáp lại trạm đích gửi lại khung CTS. Dựa trên khung tin CTS nhận được, trạm nguồn sẽ gửi đi khung tin chứa dữ liệu như phần trên. Nếu bên đích nhận được khung tin một cách đúng đắn thì sẽ gửi ACK để hồi đáp và hoàn tất việc trao đổi dữ liệu. Đối với phương thức mở rộng này thì cả bốn khung tin trên đều là những thành tố cơ bản, không thể chia nhỏ và việc trao đổi là không thể bị ngắt quãng bởi bất kỳ một trạm không dây nào khác.



Hình 2-15: Trao đổi khung tin có sử dụng thêm RTS và CTS

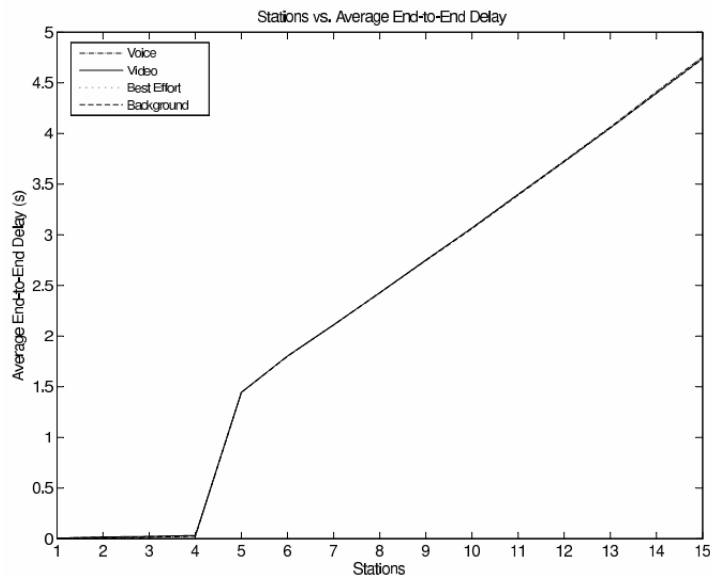
Mặc dù cơ chế RTS/CTS giải quyết được vấn đề node ẩn, nhưng cơ chế này lại gây ra thời gian trễ lớn và làm tăng mức độ sử dụng kênh truyền với các gói tin ACK và RTS, CTS liên tục, gây lãng phí đường truyền. Với RTS/CTS thì thông lượng mạng cũng thấp hơn nhiều so với việc sử dụng cơ chế trao đổi gói tin cơ bản. Do vậy hiện nay phần lớn các thiết bị không dây 802.11 được đặt ở chế độ mặc định là không sử dụng RTS/CTS, đặc biệt là các thiết bị phổ dụng cho doanh nghiệp vừa và nhỏ.

## 2.7 Nhược điểm của giao thức DCF

Hệ thống IEEE 802.11 về cơ bản được xây dựng dựa trên mô hình dịch vụ best-effort. Ví dụ: giao thức DCF chỉ truyền dữ liệu theo khả năng tốt nhất có thể (best-effort) mà không đưa ra bất kỳ một cơ chế nào đảm bảo về các yếu tố như thời gian trễ, độ rộng băng thông, tỷ lệ rớt gói. Do đó, tất cả các ứng dụng sẽ được đối xử đồng đều như nhau, không quan tâm tới những ứng dụng có yêu cầu về chất lượng dịch vụ riêng biệt. Trong 802.11 DCF không hề có khái niệm phân biệt phục

vụ. Tất cả các ứng dụng nhạy cảm với băng thông, độ trễ, độ rung pha (jitter) hay tỷ lệ rớt gói cũng được phục vụ giống hệt các ứng dụng thông thường (best-effort). Do vậy khi mạng bị nghẽn thì tất cả các ứng dụng này đều có độ trễ, tỷ lệ rớt gói và băng thông tương đương nhau, không hề có tính phân biệt, ưu tiên.

Hình vẽ dưới đây mô tả trễ đầu cuối-đầu cuối, của bốn loại luồng dữ liệu khác nhau được sinh ra tại một trạm không dây: Voice, Video, Best Effort và Background.



Hình 2-16: Thời gian trễ trung bình.

Như ta thấy trên hình vẽ thì cả bốn loại traffic trên đều có thời gian trễ xấp xỉ nhau, không phân biệt loại hình dịch vụ. Điều này chứng tỏ giao thức DCF không có những cơ chế đảm bảo băng thông, thời gian trễ, độ rung pha, hay tỷ lệ rớt gói cho những luồng dữ liệu đa phương tiện có mức độ ưu tiên cao. Việc thiếu hụt khả năng cung cấp QoS cho những ứng dụng đa phương tiện tạo nên một lỗ hổng khá lớn trong việc triển khai mạng không dây 802.11 cho những ứng dụng cấp cao như đa phương tiện, thời gian thực.

## 2.8 Kết chương

Trong phần trình bày trên, chúng ta đã lược qua một số khái niệm cơ bản trong hệ thống mạng WLAN. Hệ thống mạng WLAN IEEE 802.11 sử dụng cơ chế truy nhập đường truyền CSMA/CA và của sổ phân tranh theo giải thuật backoff. Giao thức chính được sử dụng là DCF tuy nhiên giao thức này chưa hỗ trợ cho chất

lượng dịch vụ. Giao thức EDCA được xây dựng trong phiên bản IEEE 802.11e nhằm giải quyết vấn đề này, chi tiết về EDCA sẽ được trình bày kỹ hơn ở chương 4.

Trong phần tiếp theo, ta sẽ cùng tìm hiểu một số lý thuyết về đảm bảo chất lượng dịch vụ - QoS. Đó là những hiểu biết cơ bản giúp ta giải quyết vấn đề chất lượng dịch vụ VoIP trên môi trường không dây 802.11

## Chương 3

# Chất lượng dịch vụ trên mạng WLAN 802.11

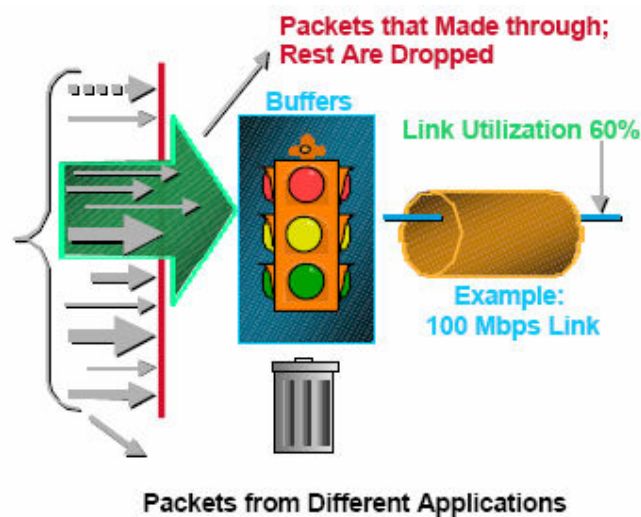
Trong chương này, chúng ta sẽ giải thích khái niệm chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS) và các mô hình dịch vụ liên quan.

### 3.1 Tổng quan về chất lượng dịch vụ

#### 3.1.1 Khái niệm chất lượng dịch vụ

Khái niệm Quality of Service (QoS) - chất lượng dịch vụ, đề cập tới khả năng của một hệ thống mạng có thể phục vụ một số lưu lượng mạng được chọn với chất lượng được cải thiện hơn so với các loại lưu lượng khác. Đặc biệt, QoS có những tính năng như cung cấp các dịch vụ mà chất lượng của nó đã được cải thiện cũng như được đoán định trước, bao gồm:

- Cung cấp băng thông với lượng định trước
- Cải thiện tình hình mất gói tin
- Quản lý và làm giảm ùng độ mạng
- Phân luồng lưu lượng mạng
- Thiết lập ưu tiên cho các lưu lượng trên hệ thống mạng.



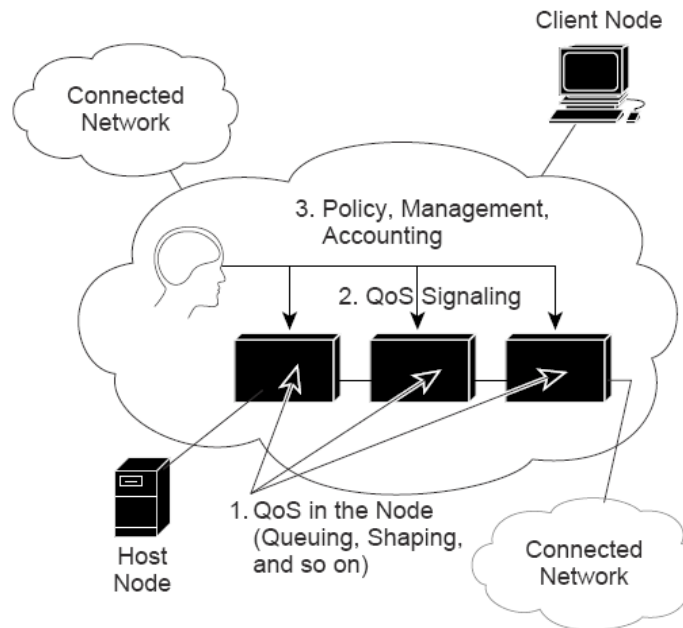
Hình 3-1: Minh hoạ QoS - Phân chia ưu tiên với các lưu lượng mạng

Một cách đơn giản, ta hiểu QoS là tập hợp các biện pháp, cách thức nhằm đảm bảo về chất lượng phục vụ cho một loại hoặc một tập hợp lưu lượng mạng được chỉ định. Và trong các phần sau khi nhắc đến QoS ta có thể ngầm hiểu là đây là những biện pháp nhằm cung cấp, hỗ trợ cho việc đảm bảo chất lượng phục vụ cho một loại hình dịch vụ hay lưu lượng mạng nào đấy.

### 3.1.2 Kiến trúc Chất lượng dịch vụ

Để có thể cung cấp tính năng đảm bảo chất lượng dịch vụ giữa các đầu cuối trên hệ thống mạng thì ta cần phải thiết lập cấu hình với các đặc tính của QoS cho hệ thống mạng. Có 3 phần cơ bản cho việc hỗ trợ QoS trên các mạng không đồng nhất:

- QoS cho một thành tố mạng đơn lẻ, bao gồm các đặc trưng: hàng đợi, lập biểu, phân loại lưu lượng
- Các kỹ thuật báo hiệu QoS để phối hợp hoạt động QoS phân phối đầu cuối-đầu cuối giữa các thành tố mạng.
- Các chức năng quản lý, chính sách QoS để điều khiển, quản trị lưu lượng mạng đầu cuối khi truyền giao qua hệ thống mạng



Hình 3-2: Ba thành phần chính cho việc triển khai QoS

## 3.2 Các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ

Trước khi quan tâm đến các tham số được sử dụng cho QoS, ta cần tìm hiểu về các loại dịch vụ network được sử dụng hiện nay:

### 3.2.1 Phân loại ứng dụng mạng

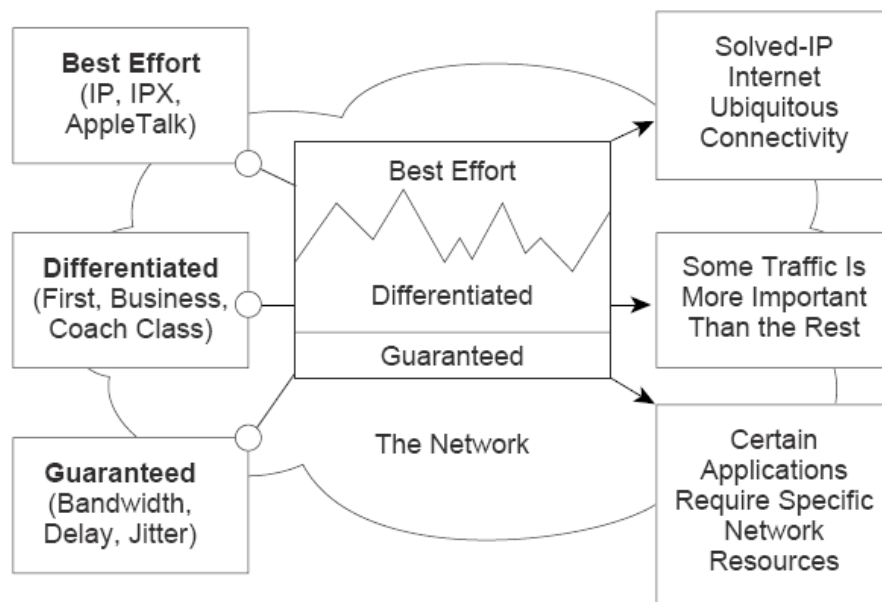
#### 3.2.1.1 Các dịch vụ truyền số liệu (Elastic traffic Application)

Đây là các dịch vụ liên quan đến truyền số liệu. Thường không đòi hỏi yêu cầu cụ thể về chất lượng dịch vụ, không bị nhạy cảm với thời gian mà chỉ yêu cầu đảm bảo sự đúng đắn của thông tin được phân phối. Loại hình dịch vụ này còn được biết đến như là Best Effort Service (không hứa trước chất lượng dịch vụ, chỉ cố gắng tối đa) và No Realtime Service (không phải tác động với yêu cầu thời gian thực). Ví dụ: các ứng dụng FTP, Telnet hay bất kỳ một ứng dụng nào có thể làm việc mà không bị ràng buộc việc phân phối theo thời gian.

#### 3.2.1.2 Các dịch vụ thời gian thực (Inelastic traffic Application)

Đây là những ứng dụng có yêu cầu khi mà tín hiệu nhận được phải có thời gian trễ nhỏ hơn một ngưỡng cho trước. Ví dụ như các ứng dụng truyền video hay audio. Hiện nay, người ta chia các dịch vụ Inelastic làm hai loại:

- Dịch vụ tương tác – Interactive service: đây là loại hình dịch vụ có tương tác theo hai chiều. Ví dụ: VoIP, Video Conference. Loại dịch vụ này có yêu cầu chất lượng dịch vụ nghiêm ngặt nhất (nên được gọi là Guarantee service hay hard QoS).
- Dịch vụ không tương tác – Non Interactive Service: là những dịch vụ không có tính tương tác, thông tin chủ yếu là theo một chiều. Ví dụ: E-learning, Video-On-Demand. Thông tin trao đổi có thể bao gồm cả những lưu lượng cần có độ ưu tiên cao hơn so với các lưu lượng còn lại (thời gian lưu chuyển nhanh, băng thông trung bình cao hơn, tỷ lệ rơi gói tin nhỏ đi). Do vậy các yêu cầu của loại dịch vụ này không khắt khe như dịch vụ tương tác nên còn được gọi là Differentiated service hay soft QoS.



Hình 3-3: Các mức độ đòi hỏi triển khai QoS

Trên đây chúng ta đã trình bày về các loại hình dịch vụ cần tới sự hỗ trợ của QoS. Trong phần tiếp theo ta sẽ tìm hiểu về các khái niệm và các tham số được sử dụng cho việc đánh giá và theo dõi chất lượng dịch vụ:

### 3.2.2 Các tham số Chất lượng dịch vụ

#### 3.2.2.1 Tỷ lệ mất gói (Packet Error Rate-PER):

Tỷ lệ phần trăm gói bị mất ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng thoại mạng IP. Tỷ lệ gói bị mất tính bằng tỷ lệ phần trăm các gói gửi từ host A mà không đến được nơi nhận cuối cùng của nó tại host B.

$$PER = \frac{LostPackets\_Number}{TransmittedPackets\_Number}$$

Có 3 nguyên nhân chính làm gói bị mất, giảm chất lượng truyền dẫn do:

- Sự cố ở thiết bị truyền dẫn.
- Độ trễ gói vượt quá mức ngưỡng “Time to live”.
- Do nghẽn mạng. Khi tình trạng nghẽn mạng tăng cao, thuật toán giải nghẽn của router sẽ giải phóng các hàng đợi của chúng bằng cách thải hồi các gói trong hàng đợi, điều này dẫn đến tình trạng mất gói. Các gói thoại bị mất sẽ tạo ra các khoảng ngắt trong cuộc đàm thoại. Tuy nhiên, trong một số công nghệ thoại IP, thuật toán mã hoá thoại cho phép nội suy ra nội dung của 3-5% số gói bị mất mà vẫn đảm bảo chất lượng thoại.

#### 3.2.2.2 Trễ-Delay

Độ trễ được tính bằng độ chênh lệch thời gian giữa thời gian gói tin xuất phát cho đến thời điểm nhận được gói tin tại điểm đến. Hay nói cách khác độ trễ gói tương ứng với sự sai khác thời gian từ khi người nói bắt đầu nói cho đến khi người nghe nhận được âm đầu tiên.

Theo khuyến cáo ITU-T G.114 mức ngưỡng của độ trễ gói theo một chiều là 400 ms cho các cuộc đàm thoại.

Độ trễ gói trong thoại VoIP gồm có 2 thành phần chính: độ trễ cố định do quá trình đóng gói thoại và độ trễ thay đổi do quá trình đợi và xử lý gói ngang qua mạng. Do đó độ hiệu số giữa mức ngưỡng theo G.114 và độ trễ cố định do hệ thống gateway tạo ra có thể xem như là khuyến cáo cho độ trễ gói một chiều trong mạng IP.

### 3.2.2.3 Độ biến đổi trễ - Jitter

Độ biến đổi trễ được tính bằng độ chênh lệch về trễ của các gói kề nhau. Tham số này ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn thời gian thực. Để cho chất lượng thoại tốt, hệ thống gateway nhận phải ráp lại như cũ các gói thoại thành luồng thoại liên tục và thể hiện luồng thoại này một cách đều đặn bất chấp thời gian đến của gói thay đổi. Sự thay đổi thời gian đến của gói do ảnh hưởng biến đổi trễ. Phương pháp tốt nhất để giảm tối thiểu biến đổi trễ là đáp ứng băng thông đầy đủ.

### 3.2.2.4 Băng thông – Bandwidth

Băng thông là đại lượng đo khả năng truyền tin của đường truyền thường được tính bằng số lượng bit thông tin **có thể truyền được** trong một giây (bps). Khác với throuput cũng được tính bằng lượng bit truyền được trong 1 giây (bps), nhưng lại là lượng thông tin **được truyền** qua thiết bị (nút mạng) trong một đơn vị thời gian.

Trong mạng tích hợp thoại và dữ liệu thì ta phải quyết định băng thông cho mỗi dịch vụ dựa trên cơ sở băng thông hiện có. Nếu dành cho thoại quá ít băng thông thì chất lượng dịch vụ sẽ không chấp nhận được. Dịch vụ thoại nhạy cảm với việc thiếu băng thông hơn các dịch vụ khác trên mạng IP. Do đó băng thông dành cho thoại và báo hiệu của nó phải được ưu tiên hơn các dịch vụ khác. Băng thông yêu cầu cho dịch vụ VoIP tùy thuộc vào số cuộc gọi ở giờ cao điểm.

Với từng loại hình dịch vụ thì các yêu cầu về QoS sẽ là khác nhau. Ví dụ với dịch vụ truyền số liệu thì cần PER, Bandwidth. Nhưng với VoIP thì ta cần quan tâm cả bốn tham số đặc biệt là độ trễ và độ biến đổi trễ. Trong phần tiếp theo chúng ta sẽ tìm hiểu về một số cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ trên hệ thống mạng máy tính.

## 3.2.3 Các cơ chế đảm bảo Chất lượng dịch vụ

- ❖ Flow Classification – Phân loại luồng: phân loại các gói tin đi vào nút mạng thành các luồng thuộc về những người sử dụng khác nhau.

Ví dụ: phân luồng dựa trên địa chỉ IP nguồn, số hiệu Port nguồn.

- ❖ Packet Scheduling – Phân hoạch gói: Thường được thực hiện tại các router, dùng để xác định gói thuộc về luồng nào để đưa ra ngoài đường truyền nhằm đảm bảo chất lượng dịch vụ.

- ❖ Resource Reservation – Đành sẵn tài nguyên: Đây là cơ chế đảm bảo cung cấp đầy đủ tài nguyên cho một luồng thông tin nào đó.
- ❖ Admission Control - Cơ chế điều khiển chấp nhận tuyệt đối: Trước khi kết nối được thực hiện thì tiến hành kiểm tra nếu có đủ tài nguyên hoặc năng lực phục vụ thì mới chấp nhận kết nối.
- ❖ Traffic Shapping Policy: Cơ chế này được sử dụng để kiểm tra xem luồng lưu lượng của người sử dụng có tuân thủ đúng theo các tham số QoS hay không.
- ❖ QoS Routing: Định tuyến gói tin dựa trên các tham số của QoS. Khi nhận được một gói tin thì tùy thuộc vào các thông số QoS được cấu hình router sẽ tiến hành quyết định lựa chọn đường định tuyến cho gói tin.

Trong nội dung tiếp theo, chúng ta sẽ cùng nhau phân tích chi tiết những khía cạnh đặc trưng, những vấn đề cần phải giải quyết khi cung ứng dịch vụ VoIP trên môi trường không dây với yêu cầu có đảm bảo chất lượng dịch vụ.

### ***3.3 Chất lượng dịch vụ trên cho VoIP trên môi trường mạng WLAN***

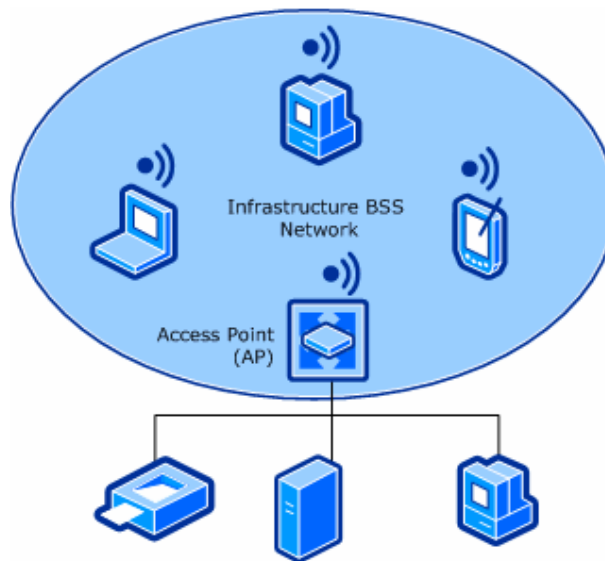
Quay trở lại với vấn đề về các ứng dụng thời gian thực (Inelastic) và ứng dụng truyền số liệu (Elastic). Ví dụ điển hình cho ứng dụng Elastic là ftp với giao thức TCP điều khiển tốc độ truyền nhận dữ liệu và đảm bảo truyền thông tin cậy. Các lưu lượng inelastic tương ứng với những ứng dụng thời gian thực trong đó việc truyền nhận dữ liệu chỉ có ý nghĩa nếu nó nhận được với khoảng trễ nhỏ. Ví dụ như VoIP, video conference và tất cả các ứng dụng đòi hỏi trễ truyền nhận giữa hai đầu cuối là nhỏ.

Hệ thống mạng Internet có dây truyền thống phục vụ cả các tải elastic và inelastic nhưng chúng ta không thể ứng dụng các giải pháp của mạng internet có dây cho mạng internet không dây. Sự khác biệt ở đây là ở chỗ kênh truyền của mạng không dây là chia sẻ và ta phải trở về với mô hình mạng cũ là Ethernet hub, mạng Ethernet 802.3 sử dụng các giao thức CSMA/CD còn mạng WLAN sử dụng CSMA/CA.

Do đó trên mạng có dây ta có thể thiết lập các mạng LAN ảo, cho phép phân phối băng thông mong muốn một cách hiệu quả còn mạng không dây thì không làm

được. Mặt khác trên mạng có dây, sự can nhiễu là rất nhỏ còn với WLAN thì lại là một vấn đề nhạy cảm và dễ gặp.

Mục đích chúng ta đề ra là nghiên cứu tìm hiểu khả năng đáp ứng của hệ thống WiFi cho những traffic có yêu cầu QoS-chất lượng dịch vụ. Ví dụ như ở các công sở thường đòi hỏi hệ thống mạng đáp ứng cả hai nhu cầu tải dữ liệu và tải dịch vụ thoại. Như ta đã biết thì các ứng dụng truyền số liệu thường có tính bền vững và truyền các gói tin có kích thước lớn. Không giống như các ứng dụng thoại chỉ truyền các gói tin nhỏ theo chu kỳ nhất định, ứng dụng truyền số liệu cố gắng truyền đi các gói tin lớn nhanh chóng liên tiếp nhau. Hiệu năng sử dụng của đường truyền càng trở nên tồi tệ khi các ứng dụng thoại của chúng ta cạnh tranh tài nguyên với các ứng dụng truyền số liệu (elastic). Trong đó phần bất lợi dường như thuộc về các ứng dụng thoại.



Hình 3-4: Single Domain Wireless Network

Hình trên mô tả một hệ thống Wireless single domain điển hình chỉ bao gồm một AP còn lại là các thiết bị đầu cuối như laptop hay softphone-IP phone. Trong mô hình này sự trao đổi dữ liệu chỉ diễn ra trực tiếp giữa những thiết bị đầu cuối và AP chứ không có sự trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa các thiết bị đầu cuối với nhau. Công nghệ không dây được sử dụng ở đây là WiFi với tên thường dùng là IEEE 802.11. Trong đó các chuẩn được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là 802.11b, 802.11g và chuẩn 802.11e đặc tả hỗ trợ cho QoS. Mục đích của công việc trong phần này là khảo cứu năng lực của hệ thống không dây với nghĩa là số kết nối thoại lớn nhất đạt được trên hệ thống mạng này.

Năng lực của các hệ thống mạng hiện nay không đơn giản biểu diễn qua hàm số của tốc độ truyền dữ liệu. Các thực nghiệm cho thấy số lượng có thể của các kết nối thoại cũng chiếm một phần nhỏ trong tốc độ danh nghĩa của mạng.

Ví dụ: trong mạng 802.11b, số lượng tối đa chấp nhận được các kết nối VoIP G.711 thường là 6. Để một kết nối có chất lượng chấp nhận được ta cần 64 kbps, với 6 kết nối ta mới chỉ chiếm  $2 \times 6 \times 64 \text{ kbps} = 728 \text{ kbps}$ , tức là mới chỉ 7% của kênh truyền 11Mbps 802.11b. Tại sao hiệu quả sử dụng đường truyền lại thấp như vậy?? Có nhiều nguyên nhân:

- Các packet VoIP có phần header và preamble lớn.
- Idle time của MAC giữa hai lần truyền gói tin liên tiếp.
- Khoảng thời gian do bị ùn tắc thêm vào.

| Codec                | GSM 6.10 | G.711 | G.723.1 | G.726-32 | G.729 |
|----------------------|----------|-------|---------|----------|-------|
| Bit rate (Kbps)      | 13.2     | 64    | 5.3/6.3 | 32       | 8     |
| Framing interval(ms) | 20       | 10    | 30      | 20       | 10    |
| Payload(Bytes)       | 33       | 80    | 20/24   | 80       | 10    |
| Packets per second   | 50       | 50    | 33      | 50       | 50    |

Bảng 3-1: Các codec dùng cho ứng dụng thoại

Do đó chúng ta sẽ xem xét các phương án nghiên cứu khả thi đánh giá năng lực hỗ trợ các tải thoại trên nền hệ thống mạng WLAN với trên các topology mạng WLAN:

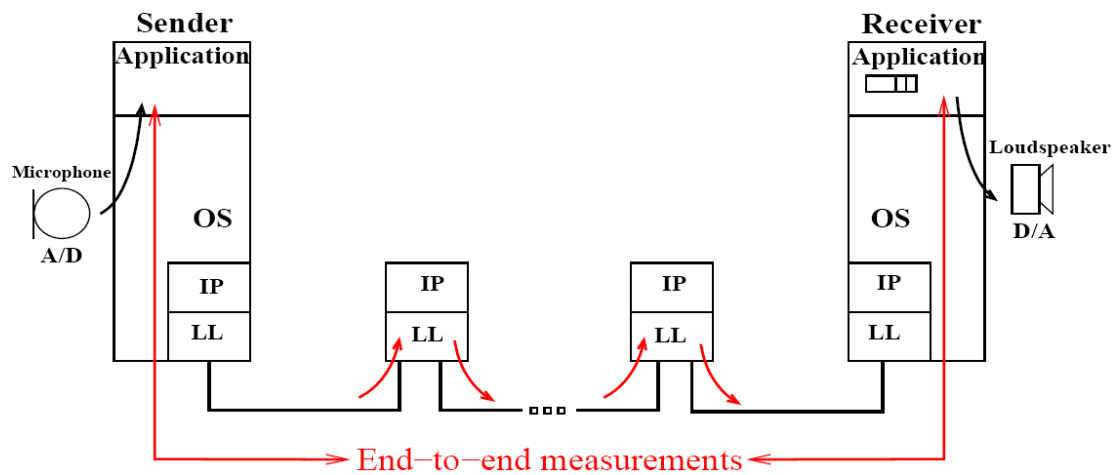
✚ Cấu hình Infrastructure BSS – Single Domain WiFi: sử dụng tiêu chí đánh giá là số lượng kết nối thoại cực đại có thể thiết lập được, chúng ta sẽ khảo sát giới hạn QoS cho:

- WLAN với giao thức MAC thông thường chưa có hỗ trợ QoS: 802.11 DCF
- WLAN có hỗ trợ QoS: 802.11e EDCF

Từ những kết quả thu được, ta sẽ có được các thông số cần thiết để xây dựng Admission Control nhằm đảm bảo chất lượng dịch vụ một cách hợp lý.

✚ Cấu hình IBSS – Adhoc Mobile Network: Với cấu hình này chúng ta sẽ tìm hiểu về khả năng triển khai QoS routing.

Chất lượng dịch vụ tốt có nghĩa là đem đến sự hài lòng cho người dùng. Đặc biệt đối với bài toán về VoIP thì đòi hỏi việc thường xuyên giữ được toàn bộ các yếu tố như tỉ lệ lỗi thấp, tối thiểu hoá các thông số như độ trễ, tỉ lệ mất gói, độ biến đổi trễ là rất quan trọng. Ở đây có hai dạng tiêu chí yêu cầu về chất lượng cho dịch vụ thoại. Đầu tiên là tiêu chí khách quan có thể tính toán với độ chính xác cao. Thứ hai là tiêu chí mang tính chủ quan có tính tới khả năng nghe và ấn định của con người về phân loại chất lượng cuộc thoại. Qua những phân tích thực tế cho thấy chất lượng thoại sẽ phụ thuộc chủ yếu vào các yếu tố: độ trễ, tỉ lệ rớt gói, và độ biến đổi trễ. Trong khi lưu lượng dữ liệu thông thường chịu ảnh hưởng chính từ yếu tố tỉ lệ mất gói và chấp nhận khá tốt chuyện trễ gói tin thì các cuộc thoại tuy chịu được việc mất gói tin nhưng lại rất nhạy cảm với các yếu tố trễ và biến đổi trễ.



Hình 3-5: Đánh giá độ trễ đầu cuối

### 3.3.1 Trễ đầu cuối – đầu cuối

Trong truyền thông thoại, khái niệm độ trễ thường được dùng để chỉ tới độ trễ giữa đầu cuối với đầu cuối. Đó là khoảng thời gian một gói tin được chuyển từ tiến trình gửi tin để tiến trình nhận tin. Trong hình vẽ trên, mỗi đầu cuối có một hiệu ứng riêng cảm nhận chất lượng dịch vụ thoại và có thể xảy ra trường hợp hiệu ứng này sẽ không giống nhau ở cả hai hướng (khi đó ta sẽ có cuộc gọi bất đối xứng). Ta giả thiết là giá trị trễ đầu cuối-đầu cuối bao gồm trễ xử lí, trễ hàng đợi, truyền tin và trễ do phải sao chép gói tin.

### 3.3.1.1 Trễ đóng gói

Khoảng thời gian thời gian được yêu cầu bởi một node mạng (có thể là AP, router hay 1 máy thông thường) để xử lý thông tin và điều hướng các gói tin thoại. Thời gian trễ này khoảng chừng vài mili giây.

### 3.3.1.2 Trễ hàng đợi

Khoảng thời gian bị trễ do gói tin nằm trong hàng đợi để được truyền đi, khoảng giá trị của nó là từ vài micro giây đến mili giây. Độ lớn của trễ phụ thuộc vào cả mật độ lưu thông mạng và cấu hình của mạng (kết nối, thiết bị, cấu trúc...).

### 3.3.1.3 Trễ tuần tự

Trễ tuần tự là thời gian trễ do việc đưa một gói tin vào đường kết nối không dây, thường có giá trị trong khoảng micro giây đến vài giây. Thời gian trễ tuần tự này có thể được cải thiện bằng cách tăng thông lượng của mạng.

### 3.3.1.4 Trễ truyền lan

Khoảng thời gian dùng cho việc truyền tin bằng không dây hoặc có dây giữa nơi phát gói tin và nơi nhận gói tin.

Để đánh giá thời gian trễ chúng ta sử dụng các định nghĩa theo ITU-G.114. Mỗi quan hệ giữa độ trễ đầu cuối-đầu cuối tại nơi phát ra gói tin thoại nơi thu về để nghe và chất lượng thoại được cho trong bảng dưới đây:

| Trễ đầu cuối(ms) | Chất lượng thoại |
|------------------|------------------|
| < 150ms          | Tốt              |
| 150ms-400ms      | Chấp nhận được   |
| > 400ms          | Tồi              |

Bảng 3-2: Ảnh hưởng của trễ đầu cuối tới chất lượng thoại

Nhưng tại Access Point, ta có tiêu chí sau [11]:

| Trễ đầu cuối(ms) | Chất lượng thoại |
|------------------|------------------|
| < 20ms           | Tốt              |
| > 20ms           | Tồi              |

Bảng 3-3: Ảnh hưởng của trễ tại Access Point tới chất lượng thoại

### 3.3.2 Độ biến đổi trễ

Jitter là tham số thống kê chỉ sự biến đổi về độ trễ giữa các gói tin (một số tài liệu gọi là độ rung pha). Hiện nay có rất nhiều định nghĩa về Jitter nhưng trong tài liệu này ta tạm hiểu jitter là độ lệch trung bình của khoảng trống giữa các gói tin tại nơi gửi gói tin ra so với khoảng trống giữa các packet tại nơi thu đối với một cặp gói tin. Cũng theo tài liệu ITU-G.114, ta có thể chấp nhận đánh giá sau:

| Jitter(ms)    | Chất lượng thoại |
|---------------|------------------|
| 0 ms – 20 ms  | Tốt              |
| 20 ms – 50 ms | Chấp nhận được   |
| > 50 ms       | Tồi              |

Bảng 3-4: Ảnh hưởng của Jitter với chất lượng thoại

### 3.3.3 Tỷ lệ mất gói

VoIP trên mạng Wireless được thực hiện thông qua giao thức UDP – không hỗ trợ truyền tin tin cậy. Trong những giai đoạn có xảy ra nghẽn mạng hoặc các gói tin bị can nhiễu, ứng dụng thoại sẽ phải đối phó và chấp nhận việc mất gói tin và khả năng này phụ thuộc nhiều các những kỹ thuật mã và giải mã thoại. Một số kỹ thuật cho phép có thể chấp nhận tỷ lệ mất gói tin lên tới 20%. Tuy nhiên bên cạnh tỷ lệ mất gói tuyệt đối, chúng ta cũng cần đề cập đến dạng phân phối của chúng, rõ ràng việc mất gói theo tương quan sẽ cho chất lượng dễ chấp nhận hơn là bị mất gói một cách rời rạc, không thường xuyên.

Ví dụ với điều chế PCM 8-bit, tỷ lệ mất có thể chấp nhận được là 1% với trường hợp không sử dụng công nghệ che gói bị mất PLC (Packet Loss Concealment) và 10% cho có sử dụng. Do đó chúng ta sử dụng một mức ngưỡng là 2% như trong bảng dưới đây:

| Tỷ lệ rớt gói | Chất lượng thoại |
|---------------|------------------|
| Nhỏ hơn 2%    | Tốt              |
| Lớn hơn 2%    | Tồi              |

Hình 3-6: Ảnh hưởng của tỷ lệ mất gói với chất lượng thoại

### 3.3.4 Các tiêu chí chủ quan

Điểm số hài lòng (Mean Opinion Score – MOS) là thước đo đánh giá chất lượng của cuộc thoại một cách tương đối dựa trên cảm nhận của con người. Đây là tiêu chí được dùng phổ biến nhất trong các đánh giá dựa trên chủ quan. Bởi vì suy cho cùng, tất cả các dịch vụ chúng ta đang làm là phục vụ cho con người. Do vậy đây sẽ vẫn là tiêu chí hữu ích cho việc đánh giá chất lượng dịch vụ. Tuy nhiên sẽ rất tốn thời gian và chi phí cho việc đánh giá này. Theo tài liệu [Can I have a VoIP call] ta có thể chia MOS thành các thang bậc:

| Điểm | Ý nghĩa                            |
|------|------------------------------------|
| 5    | Hoàn hảo                           |
| 4    | Chấp nhận được, nhưng hơi khó nghe |
| 3    | Hơi khó nghe                       |
| 2    | Khó nghe rõ                        |
| 1    | Rất khó nghe                       |

Hình 3-7: Các cấp độ hài lòng MOS

### 3.3.5 Các tiêu chí khách quan

Các giá trị MOS có thể được tính dựa trên các tiêu chí khách quan, ví dụ giải thuật Perceptual Evaluation of Speech Quality của ITU<sup>1</sup>. Tiêu chí đánh giá này có chi phí rẻ hơn và tiêu tốn ít thời gian hơn MOS, đã được áp dụng cho công việc dự đoán chất lượng tiếng nói. Tuy nhiên trong khuôn khổ luận văn, chúng ta chỉ dừng lại ở đây, không tiếp tục đi sâu hơn nữa.

Để hiểu được chi tiết vấn đề truyền dữ liệu thoại trên hệ thống mạng WiFi single domain chúng ta có những việc cần làm sau:

- Phân tách đặc trưng các tác động của việc lưu chuyển tải: khi chỉ có lưu lượng thoại và khi có cả lưu lượng thoại và lưu lượng TCP.
- Giao thức MAC trên nền 802.11 và các khía cạnh liên quan: đã được xem xét trong phần [Các cơ chế truy nhập phương tiện](#).

<sup>1</sup> ITU. Perceptual evaluation of speech quality (PESQ), 1997, là một phương pháp đánh giá khách quan cho chất lượng thoại đầu cuối dùng cho mạng điện thoại ở băng hẹp với bộ codec tiếng nói

- Phân tích cấu trúc khung tin VoIP trên WiFi 802.11.

### 3.4 Định dạng Header gói tin VoIP trong mạng 802.11

Trong hệ thống mạng 802.11, các packet thường có phần header khá lớn (nguyên nhân chủ yếu là do các cơ chế MAC). Trung bình mỗi packet có 74 byte header thông tin (RTP, UDP, IP, MAC), khá lớn so với độ dài trung bình của phần payload của VoIP (khoảng từ 10 đến 160 bytes).

| Packet  | PacketHeader |
|---------|--------------|
| RTP     | 16 bytes     |
| UDP     | 8 bytes      |
| MAC     | 30 bytes     |
| IP      | 20 bytes     |
| MAC ACK | 14 bytes     |

Bảng 2-3-5: Packet Header của các gói tin VoIP

Ví dụ: để truyền một gói tin trong 802.11 ta mất thời gian truyền đoạn MAC overhead cho việc truyền tin thành công hoặc đụng độ. Trong trường hợp thành công: truyền đoạn mào đầu preamble, truyền nội dung gói tin, SIFS, preamble cho MAC acknowlege, MAC acknowlege và thời gian DIFS để chờ trước khi khởi động lại bộ đếm backoff cho việc quay trở lại kênh truyền.

Ta có công thức tính các khoảng thời gian tiêu hao cho việc truyền gói tin VoIP như sau:

$$T_v^S = PRE + PACKET + SIFS + PRE + MACACK + DIFS$$

$$T_v^C = PRE + PACKET + DIFS$$

$$PACKET = \frac{MAC + IP + UDP + RTP + Payload}{R}$$

Ở đây:

- $R$ : Tốc độ đường truyền
- $T_v^S$ : Thời gian truyền thành công 1 gói tin Voice.
- $T_v^C$ : Thời gian truyền 1 gói tin Voice bị xung đột.

- *PACKET*: Thời gian truyền trung bình nội dung của 1 gói tin Voice.
- *PRE*: Thời gian truyền phần preamble( mặc định  $PRE = 192\mu s$  với  $R = 1$  Mbps hoặc  $96\mu s$  với các tốc độ truyền khác).

Chú ý: trong phần trên chúng ta đã bỏ qua các tham số RTS/CTS ( được sử dụng trong cơ chế cảm nhận sóng mang ảo) nguyên nhân của sự bỏ qua này là cơ chế RTS/CTS có hiệu quả không cao khi sử dụng với những gói tin có kích thước nhỏ như VoIP [4].

Tương tự phần trên ta cũng có những kết quả sau cho trường hợp truyền dữ liệu TCP:

$$T_x^S = PRE + PACKET + SIFS + PRE + MACACK + DIFS$$

$$T_x^C = PRE + PACKET + DIFS$$

$$PACKET = \frac{RTP + UDP + IP + MAC + Payload}{R}$$

Trong đó: x lần lượt là A, D ta có

- $T_D^S$ : thời gian để truyền thành công một gói tin dữ liệu thông thường
- $T_D^C$ : thời gian gói tin dữ liệu thông thường bị đụng độ
- $T_A^S$ : thời gian để truyền thành công một gói tin ACK cho TCP
- $T_A^C$ : thời gian gói tin ACK cho TCP bị đụng độ

### 3.5 Kết chương

Chương này chúng ta đã tập trung vào các vấn đề về chất lượng cho mạng, đặc thù khi tiến hành QoS cho mạng WLAN. Trong những phần đã đi qua, phần phân tích các yếu tố và tiêu chí ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ VoIP trên WLAN có một ý nghĩa đặc biệt quan trọng. Dựa trên những kết quả phân tích và sự hiểu biết về đặc thù mà chúng ta có thể xây dựng được một mô hình phân tích chi tiết cho công việc cần tiến hành. Trong chương tiếp theo, tác giả xin được giới thiệu chi tiết về giao thức IEEE 802.11e là giao thức được thiết kế riêng cho mạng cục bộ không dây hỗ trợ QoS.

## Chương 4

# Giới thiệu IEEE 802.11e

### 4.1 Tổng quan

Hiện nay IEEE đang phát triển một phiên bản mới được gọi với cái tên 802.11e, phiên bản mở rộng từ phiên bản chính thức của IEEE 802.11 nhằm tăng cường thêm khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Tuy nhiên đây chưa là phiên bản được công nhận chính thức mà vẫn còn đang ở dạng thử nghiệm.

Phiên bản IEEE 802.11 sử dụng cơ chế phân mức ưu tiên để hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Không giống như bản 802.11 chuẩn nguyên gốc đối xử với mọi loại lưu lượng như nhau, thay vào đó 802.11e phân biệt ưu tiên đối xử với các lưu lượng dựa trên chính sách ưu tiên về chất lượng dịch vụ theo yêu cầu. Không chỉ như vậy, trong phiên bản còn định nghĩa ra bốn loại truy nhập (Access Categories – AC) nhằm chỉ định cho các lưu lượng với những mức ưu tiên khác nhau. Theo đó, việc truy nhập phương tiện sẽ được tuân theo mức ưu tiên của loại lưu lượng. Mỗi frame sẽ được gắn với một Access Category, sự phân biệt được thể hiện qua một tập các tham số phân tranh phương tiện gắn với từng AC và các tập này khác nhau cho mỗi AC.

IEEE 802.11e định nghĩa các AP, STA, BSS có dịch vụ QoS lần lượt QAP (QoS Access Point), QSTA (QoS Station) và QBSS (QoS Basic Service Set).

Bên cạnh đó 802.11e cũng đưa ra một giao thức phối hợp mới hỗ trợ QoS có tên Hybrid Coordination Function (HCF). Trong phần sau, chúng ta sẽ cùng tìm hiểu về HCF cùng với những cơ chế phục vụ có phân biệt của mình.

### 4.2 Giao thức Hybrid Coordination Function

IEEE 802.11e đã xây dựng một giao thức phối hợp mới hỗ trợ QoS có tên Hybrid Coordination Function (HCF). HCF có chức năng phân phối trung tâm được cấu thành từ những tính năng của DCF và PCF kết hợp với cơ chế tăng cường cho QoS để hỗ trợ cho việc phục vụ có phân biệt. Do đó HCF hỗ trợ cả hai cơ chế điều khiển truy nhập phương tiện phân phối và tập trung của DCF và PCF. Phần HCF sử dụng cơ chế phân tranh kênh truyền phân tán được gọi là Enhanced Distributed

Channel Access (EDCA) hay thường được đề cập với tên EDCF. Còn cơ chế HCF phân tranh điều khiển tập trung thì có tên HCF Controlled Channel Access (HCCA).

Ngoài ra trong 802.11e, họ còn định nghĩa khái niệm TXOP (Transmission Opportunity) – quãng thời gian mà một QSTA có quyền được truyền gói tin. Mặt khác, khi một trạm đạt được quyền truy nhập phương tiện tức có được TXOP. TXOP được chỉ ra bởi một điểm thời gian bắt đầu và chiều dài (thời gian) lớn nhất của nó – TXOP Limit. Sau khi QSTA nhận được TXOP, STA có thể truyền các frame với điều kiện thời gian truyền không vượt quá TXOP Limit – do AP chỉ định.

Ở phần tiếp theo, ta sẽ cùng tìm hiểu chi tiết hơn về EDCA, cơ chế điều khiển truy nhập phân phối của HCF. Còn các thông tin về HCCA nằm ngoài khuôn khổ của đề tài nên không được trình bày ở đây.

### **4.3 Cơ chế phối hợp truy nhập kênh tăng cường EDCA**

Cơ chế truy nhập theo EDCA hỗ trợ việc truy nhập phương tiện phân tán và có phân biệt bằng cách sử dụng các mức ưu tiên khác nhau cho các loại lưu lượng khác nhau. Chi tiết về các thành phần và hoạt động của EDCA sẽ được trình bày ở các phần dưới đây.

#### **4.3.1 Các loại truy nhập-AC**

EDCA định nghĩa bốn loại truy nhập (Access Category – AC) cho các loại lưu lượng khác nhau. Sự phân biệt phục vụ cho mỗi AC được dựa trên tập tham số sử dụng khi phân tranh phương tiện, các tập này là khác nhau với mỗi AC. Sự khác biệt này sẽ được trình bày ở các phần tiếp sau.

Dựa trên các yêu cầu về QoS của lưu lượng hoặc ứng dụng, các gói tin<sup>2</sup> sẽ được gán với những AC khác nhau. Tùy thuộc vào loại lưu lượng Background, Best Effort, Video, Voice các AC được đặt tên tương ứng như sau: AC\_BK, AC\_BE, AC\_VI, AC\_VO trong đó AC\_BK có mức ưu tiên thấp nhất còn AC\_VO có mức ưu tiên cao nhất. Ngoài ra ra cũng còn có một cách đánh số AC[0], AC[1]..AC[4] tương ứng với AC\_BK, AC\_BE, AC\_VI, AC\_VO

---

<sup>2</sup> Các gói tin 802.11 ở tầng MAC còn được gọi là các frame hay các khung tin

Mỗi frame từ các tầng trên đến tầng MAC cùng với một giá trị ưu tiên. Giá trị ưu tiên này được gọi là mức ưu tiên người dùng User Priority (UP) và được gán theo loại của ứng dụng hoặc lưu lượng mà tạo ra (của) frame đó. Tất cả có tám mức ưu tiên được đánh số từ 0 đến 7.

| Priority  | User Priority (UP) | Access Category (AC) | Ý nghĩa     |
|-----------|--------------------|----------------------|-------------|
| Thấp nhất | 1                  | AC_BK                | Background  |
| .         | 2                  | AC_BK                | Background  |
| .         | 0                  | AC_BE                | Best Efford |
| .         | 3                  | AC_BE                | Best Efford |
| .         | 4                  | AC_VI                | Video       |
| .         | 5                  | AC_VI                | Video       |
| .         | 6                  | AC_VO                | Voice       |
| Cao nhất  | 7                  | AC_VO                | Voice       |

Bảng 4-1: Ánh xạ mức ưu tiên người dùng (UP) và loại truy nhập (AC)

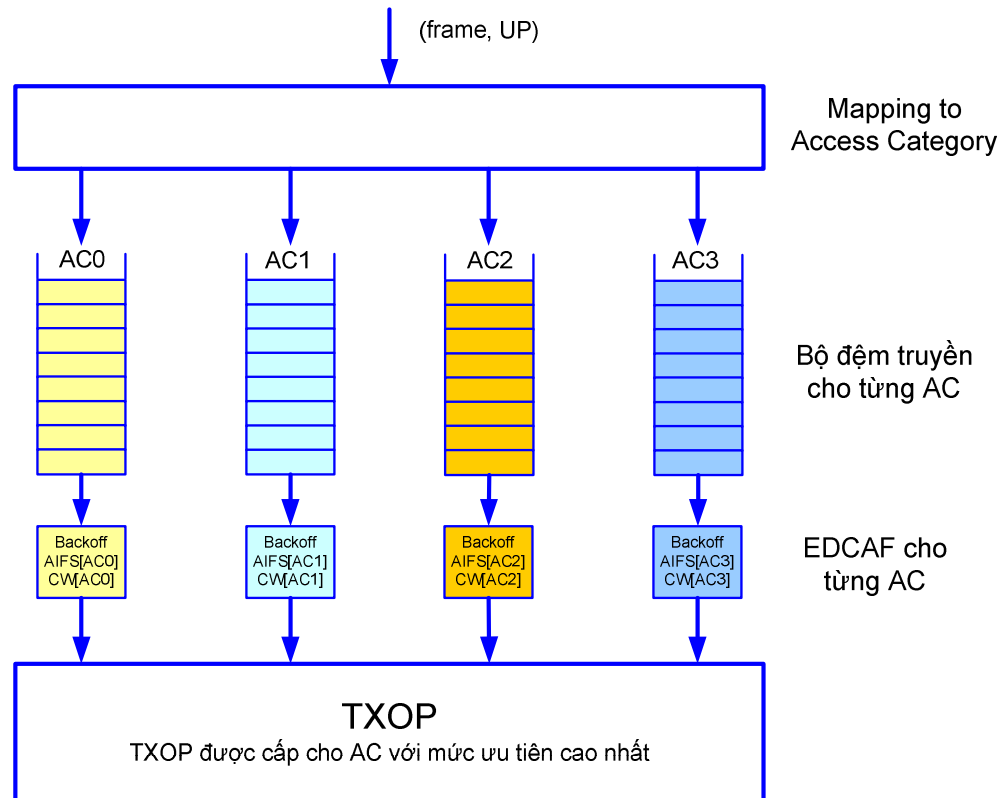
Tuy nhiên, trong tài liệu draft của IEEE 802.11e lại không đề cập một cách cụ thể cách thức mà người ta sử dụng để gán giá trị ưu tiên cho các frame tại những tầng trên. Thông thường thì điều này có thể được tiến hành do ứng dụng sinh ra lưu lượng hoặc bởi người sử dụng chương trình. Giải pháp được đưa ra sau đó là các ứng dụng phải được nâng cấp để tương thích với 802.11e hoặc công việc này sẽ được tiến hành ở tầng ứng dụng. Ở tầng ứng dụng, các gói tin sẽ được gán cho giá trị ưu tiên tương ứng dựa trên những đặc điểm lưu lượng của nó, ví dụ như tốc độ, khoảng thời gian giữa hai lần truyền tin liên tiếp (packet interval), kích thước gói tin...

Tại tầng MAC, mỗi khung tin dựa được ánh xạ với một AC dựa vào giá trị của UP đi kèm với nó. Chi tiết việc ánh xạ này sẽ được mô tả ở bảng trên.

#### 4.3.2 Các đặc điểm của EDCA

Theo EDCA, tại mỗi trạm phải có bốn hàng đợi cho mỗi AC và bốn bộ EDCAF (Enhanced Distributed Channel Access Function) cho mỗi hàng đợi như hình dưới đây. Theo đó EDCF là phiên bản được xây dựng DCF có tăng cường thêm khả năng phục vụ khác biệt, nó giải quyết việc phân tranh phương tiện theo những nguyên tắc của CSMA/CA và backoff, nhưng việc phân tranh lại có dựa trên

các tham số xác định loại AC của gói tin tham gia. Các tham số EDCA này sẽ được miêu tả chi tiết ở phần tiếp theo.



Hình 4-1: Bốn AC cùng các bộ đệm AIFS, CW và Backoff timer tương ứng.

#### 4.3.2.1 Các tham số EDCA

Một EDCAF khi phân tranh phương tiện cần có những tham số liên kết với AC sau:

- AIFS – Khoảng thời gian để cảm nhận được là phương tiện rỗi trước khi truyền dữ liệu hoặc bắt đầu backoff
- CWmin, Cwmax – Kích thước của cửa sổ phân tranh sử dụng trong backoff
- TXOP Limit – Khoảng thời gian lớn nhất dành cho việc truyền dữ liệu sau khi lấy được phương tiện (ở đây là kênh truyền).

Các tham số của EDCA là khác nhau với từng AC. Các AC có mức ưu tiên cao hơn sẽ có thời gian đợi kênh truyền rỗi AIFS ngắn hơn. Các AC có mức ưu tiên

thấp sẽ phải đợi với thời gian AIFS dài hơn các AC khác. Không giống như DCF, ở EDCF kích thước của cửa sổ phân tranh Contention Window thay đổi, ví dụ các AC có mức ưu tiên cao được chọn giá trị backoff trong một cửa sổ phân tranh hẹp hơn so với các AC mức ưu tiên thấp. Thời gian TXOP Limit cũng được dùng để đặt cho các AC ưu tiên cao được có thời gian truy nhập phương tiện kéo dài hơn. Nói chung, AC có mức ưu tiên càng cao thì các giá trị AIFS, CWmin, CWmax càng nhỏ và thời gian TXOP cũng càng dài hơn. Giống như với các Access Category ta cũng có thể gọi các giá trị AIFS, CWmin..., với cách đánh số dựa trên giá trị AC tương ứng của nó: AIFS[AC], CWmin[AC], CWmax[AC], TXOP[AC].

Với các tính năng đã được trình bày, rõ ràng ta thấy EDCAF khác biệt với DCF chủ yếu nằm ở việc sử dụng các tham số của AC: AIFS[AC], CWmin[AC], CWmax[AC] với những giá trị thay đổi chứ không sử dụng các giá trị DIFS, CWmin, CWmax cố định.

Ngoài ra các trạm QAP còn có thể định kỳ thay đổi giá trị của các tham số EDCA. Việc điều chỉnh giá trị các tham số EDCA của QAP có thể linh động tùy thuộc vào trạng thái hệ thống mạng. Trong trường hợp nếu không có sự điều chỉnh nào thì các thiết bị có thể sử dụng các giá trị mặc định đã được định nghĩa trong phiên bản IEEE 802.11e.

Trong phần tiếp theo, chúng ta sẽ đi qua các tham số của EDCA và vai trò của từng tham số trong việc hỗ trợ khả năng phân biệt khi phục vụ.

| AC    | CWmin                  | CWmax                  | AIFSN | TXOP Limit (ms) |       |
|-------|------------------------|------------------------|-------|-----------------|-------|
|       |                        |                        |       | FHSS            | DSSS  |
| AC_BK | CW <sub>min</sub>      | CW <sub>max</sub>      | 7     | 0               | 0     |
| AC_BE | CW <sub>min</sub>      | CW <sub>max</sub>      | 3     | 0               | 0     |
| AC_VI | (CW <sub>min</sub> )/2 | CW <sub>min</sub>      | 2     | 6.016           | 3.008 |
| AC_VO | (CW <sub>min</sub> )/4 | (CW <sub>min</sub> )/2 | 2     | 3.264           | 1.504 |

Bảng 4-2: Giá trị mặc định cho các tham số EDCA

#### ➤ AIFS (Arbitration Inter-Frame Space):

AIFS là khoảng thời gian ngắn nhất để EDCAF (một trạm) tiến hành gửi tin hoặc backoff sau khi nó cảm nhận được kênh truyền rỗi. AIFS có nhận giá trị thay đổi (không giống như DIFS của DCF là cố định) và giá trị này phụ thuộc vào loại AC tương ứng với EDCAF. Cách tính AIFS như sau:

$$AIFS[AC] = AIFSN[AC] * SLOT + SIFS$$

Trong đó:

- SIFS: Giá trị của thời gian SIFS được định nghĩa như ở IEEE 802.11 chuẩn.
- SLOT: chiều dài của một khe thời gian SLOT cho backoff
- AIFSN: Arbitration Inter Frame Space Number, số lượng khe thời gian được thêm vào SIFS khi tính toán AIFS.

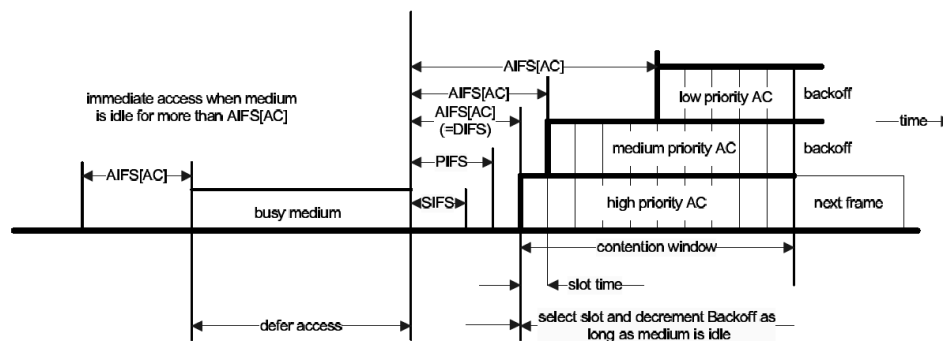
Giá trị của AIFSN cũng thay đổi theo AC, những AC có mức ưu tiên lớn sẽ nhận được những AIFSN nhỏ. Giá trị nhỏ nhất của AIFSN là 2 và lớn nhất là 7. Ví dụ mức AIFS nhỏ nhất sẽ là  $2\text{SLOT} + \text{SIFS}$

$$\text{AIFSmin} = 2 * \text{SLOT} + \text{SIFS}$$

$$\text{DIFS} = 2 * \text{SLOT} + \text{SIFS}$$

Vậy giá trị nhỏ nhất của AIFS cũng đúng bằng giá trị DIFS, điều này thể hiện ý nghĩa tương đương về thời gian trong trường hợp tốt nhất ở của EDCAF và DCF. Ngoài ra nếu QAP hoạt động theo HCCA thì giá trị nhỏ nhất của AIFSN là 1, điều này cũng khiến cho AIFS cũng nhận giá trị đúng bằng giá trị của PIFS (do  $\text{PIFS} = \text{SLOT} + \text{SIFS}$ ).

Các giá trị mặc định của AIFSN được mô tả trong [Bảng 4-2](#).



Hình 4-2: Mức ưu tiên thiết lập dựa trên AIFS

Hình vẽ trên giải thích các AC nhận được các mức ưu tiên khác nhau dựa trên các khoảng thời gian AIFS khác nhau. Dựa vào hình vẽ ta có thể thấy AC có mức ưu tiên cao hơn sẽ nhận được giá trị AIFS nhỏ hơn. Do đó EDCAF tương ứng của AC này sẽ chỉ phải đợi một thời gian ngắn hơn để bắt đầu truyền tin hoặc bắt đầu đếm lùi bộ đếm backoff so với các EDCAF có mức ưu tiên thấp hơn. Theo cách đó, các AC có mức ưu tiên cao hơn sẽ được đảm bảo nhận được phần băng thông

chia sẻ nhiều hơn. Đặc biệt, do thời gian AIFS ngắn hơn nên so với các AC ưu tiên thấp thì các AC có mức ưu tiên cao sẽ giảm được thời gian trễ - yếu tố rất quan trọng đối với những ứng dụng nhạy cảm với trễ (ví dụ VoIP), một điểm yếu khó khắc phục khi triển khai với DCF. Bên cạnh đó, với các AC ưu tiên thấp, thời gian AIFS sẽ dài nên thời gian chờ đợi cũng lâu hơn (chắc chắn là lâu hơn ở DCF) tuy nhiên dễ thấy các AC này tương ứng với những loại lưu lượng có khả năng chịu được trễ (ví dụ Background, Best Effort) và với một mức độ nào đó thì thời gian trễ này vẫn đảm bảo hiệu quả của ứng dụng ở trong mức chấp nhận được.

➤ **CW<sub>min</sub> và CW<sub>max</sub>:**

CW<sub>min</sub> và CW<sub>max</sub> – Kích thước lớn nhất và nhỏ nhất của khung cửa sổ phân tranh. Ở trong DCF, Cả hai giá trị này đều cố định nhưng trong EDCA chúng có thể nhận được những giá trị thay đổi tùy theo mức độ ưu tiên của AC. So với các AC có mức ưu tiên thấp thì các AC có mức ưu tiên cao sẽ nhận được CW<sub>min</sub> và CW<sub>max</sub> nhỏ hơn. Giá trị mặc định của CW<sub>min</sub> và CW<sub>max</sub> được đề cập ở [Bảng 4-2](#).

|                   | FHSS | DSSS |
|-------------------|------|------|
| CW <sub>min</sub> | 16   | 32   |
| CW <sub>max</sub> | 1024 | 1024 |

**Bảng 4-3: Các giá trị mặc định cửa sổ phân tranh trong 802.11e**

Nếu một AC có cửa sổ phân tranh nhỏ hơn thì EDCAF tương ứng của AC này nhiều khả năng sẽ có khoảng thời gian backoff ngẫu nhiên nhỏ hơn. Khi đó thời gian chờ đợi kênh truyền rồi AIFS cũng sẽ ngắn hơn, thời gian trễ sẽ nhỏ hơn và điều ngược lại cũng đúng với các AC có cửa sổ phân tranh lớn hơn thì thời gian trễ cũng có thể sẽ dài ra.

Như ta đã thấy ở [Bảng 4-2](#), thông thường thì giá trị CW<sub>min</sub> của lớp AC có mức ưu tiên thấp là AC\_BE và AC\_BK có độ lớn tương đương như ở phiên bản 802.11 DCF chuẩn nhưng với các AC ưu tiên cao (AC\_VI, AC\_VO) thì giá trị CW<sub>min</sub> chỉ bằng một nửa hoặc một phần tư so với AC ưu tiên thấp. Kết quả này làm cho các AC được ưu tiên cao sẽ có thời gian trễ ngắn và giá trị backoff cũng nhỏ hơn. Tuy nhiên điều này cũng đem lại một nhược điểm. Do giá trị backoff nhỏ nên khả năng gặp phải độ cũng sẽ cao hơn. Bởi nếu kích thước cửa sổ phân tranh càng giảm thì xác suất chọn một giá trị backoff hoặc đếm lùi backoff về 0 trong cùng một thời điểm sẽ càng tăng lên mà điều này sẽ dẫn tới xác suất gặp phải xung đột cũng tăng theo.

Dễ thấy theo cách đặt giá trị trên thì các AC ưu tiên cao luôn nhận được  $CW_{\max}$  nhỏ hơn hoặc bằng giá trị  $CW_{\min}$  ứng với AC ưu tiên thấp, dẫn tới cửa sổ phân tranh giữa 2 loại AC sẽ không bị đè lên nhau. Cũng với cách làm này, khi có phân tranh xảy ra dẫn tới phải truyền lại tin, thì khi cửa sổ phân tranh phải nhân đôi, thì kích thước cửa sổ của AC ưu tiên cao cũng vẫn sẽ nhỏ hơn  $CW_{\min}$  của AC ưu tiên thấp. Bên cạnh đó, các AC ưu tiên thấp nhân đôi kích thước của cửa sổ phân tranh sau mỗi lần truyền tin không thành công cho đến lúc giá trị cửa sổ phân tranh bằng  $CW_{\max}$  và xác suất AC chọn ngẫu nhiên giá trị backoff lớn hơn cho lần những lần truyền lại tiếp theo cũng là lớn hơn. Trong khi đó kích thước cửa sổ phân tranh của AC ưu tiên cao trở thành không đổi chỉ sau một vài lần truyền lại, nên việc lấy giá trị backoff nhỏ để truy nhập vào phương tiện có xác suất lớn và ổn định. Bằng cách này người ta có thể đảm bảo các AC có ưu tiên cao sẽ được chia sẻ lượng băng thông lớn và ổn định ngay cả trong điều kiện hệ thống mạng bị nghẽn. Mặt khác, kỹ thuật này cũng làm giảm hiệu quả hoạt động của các AC ưu tiên thấp do không thể giảm giá trị backoff vì luôn vào backoff sau các AC có ưu tiên cao hơn. Chi tiết vấn đề này sẽ được miêu tả cụ thể hơn ở những phần tiếp theo.

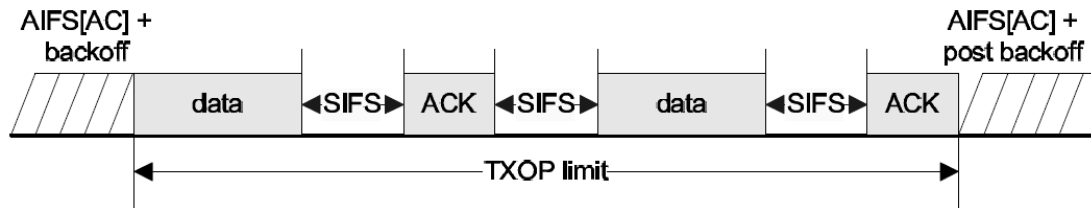
Cũng dựa vào [Bảng 4-2](#), ta thấy AC\_BE và AC\_BK có các giá trị  $CW_{\min}$ ,  $CW_{\max}$  mặc định giống nhau nhưng mức ưu tiên gán cho AC\_BE cao hơn cho AC\_BK ở chỗ giá trị AIFSN của AC\_BE là 3 trong khi đó của AC\_BK là 7. Điều này có nghĩa AC\_BK sẽ phải đợi lâu hơn AC\_BE những 4 khe thời gian khi bắt đầu backoff hoặc truyền dữ liệu ( $AIFSN[AC\_BK] - AIFSN[AC\_BE] = 7 - 3 = 4$ ). Do đó thời gian trễ của AC\_BK sẽ luôn lớn hơn các AC khác.

#### ➤ TXOP (Transmission Opportunity):

Như đã nói trước đây, TXOP là khoảng thời gian mà một EDCAF có thể truyền dữ liệu sau khi giành được quyền truy nhập đường truyền. TXOP được xác định bởi một khoảng thời gian giới hạn tối đa – TXOP Limit. Khi một EDCAF lấy được TXOP, nó có thể bắt đầu truyền các frame dữ liệu nếu thời gian truyền không vượt quá giới hạn TXOP Limit. Thời gian truyền dữ liệu được tính bằng thời gian cho toàn bộ quá trình trao đổi frame với đầy đủ các bước, bao gồm cả khoảng thời gian SIFS xen kẽ, các ACK và cả các frame CTS/RTS nếu có. Các AC khác nhau có giá trị TXOP Limit cũng khác nhau.

Nếu giá trị TXOP Limit khác không, thì EDCAF có thể truyền nhiều khung tin trong một TXOP miễn sao thời gian truyền không vượt quá TXOP Limit và các khung tin đều thuộc về một AC. Khả năng này được gọi là Contention Free

Bursting (CFB) – phân tranh tự do theo khối lớn: các frame liên kế nhau thay vì được phân tách bằng AIFS cộng với thời gian backoff trước thì sẽ được phân tách bởi các SIFS (được minh hoạ như hình vẽ dưới đây). Ở đây có một điều quan trọng cần phải chú ý, việc truyền nhiều frame liên tiếp này chỉ diễn ra với EDCAF (hoặc AC) chứ không phải với cả trạm, ví dụ việc này chỉ cho phép truyền nhiều frame của cùng 1 AC với frame đã dành được TXOP.



Hình 4-3: Contention Free Bursting (CFB)

Nếu CFB được sử dụng cùng với cơ chế RTS/CTS thì phiên bắt tay của RTS/CTS sẽ chỉ phải tiến hành một lần trước khi truyền khung tin đầu tiên chứ không phải là với mọi khung tin trong CFB.

Giá trị TXOP Limit bằng 0 có nghĩa chế độ CFB không được kích hoạt và do đó mỗi lần truyền dữ liệu chỉ được truyền đi một khung tin duy nhất. Hơn nữa, trong trường hợp truyền CFB với cơ chế RTS/CTS nếu thời gian truyền khung tin vượt quá TXOP Limit thì khung tin đó sẽ bị truyền theo phân mảnh.

Như ta đã biết, giá trị mặc định của TXOP Limit với các AC có ưu tiên thấp như AC\_BK, AC\_BE là không, có nghĩa là các AC này không được sử dụng chế độ truyền CFB. Với các AC ưu tiên cao, việc sử dụng CFB cho phép kéo dài thời gian truy nhập đường truyền do đó làm giảm đáng kể thời gian trễ. Tuy nhiên, cái gì cũng có mặt trái của nó, nếu thời gian TXOP Limit cho các AC ưu tiên cao càng lớn thì sẽ càng làm tăng thời gian trễ của các AC ưu tiên thấp.

Tóm lại ta có thể thấy thông qua cơ chế TXOP Limit các AC có ưu tiên cao đã được đối xử khác biệt với những AC ưu tiên thấp hơn do có thời gian truy cập đường truyền liên tục dài hơn.

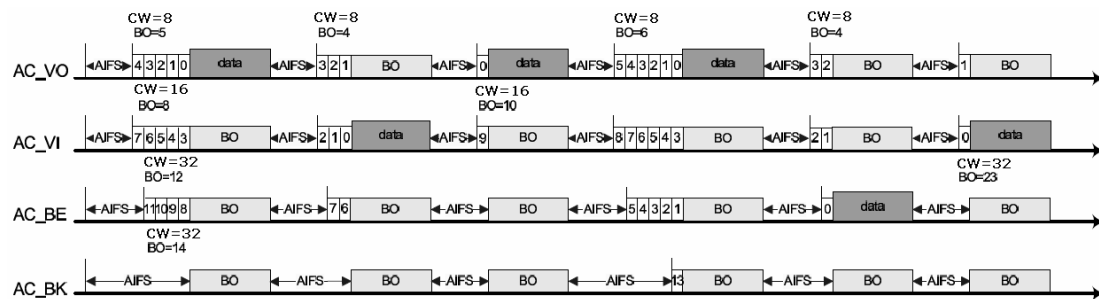
Trong trường hợp có sử dụng CFB và sử dụng NAV (cảm nhận xung đột ảo RTS|CTS), bộ virtual carier sẽ có trường *Duration* trong phần header của khung tin có giá trị bằng cả TXOP và khi các trạm nhận được khung tin này sẽ cập nhật giá trị NAV bằng cả khoảng thời gian TXOP chứ không phải chỉ là thời gian truyền 1

khung tin đó. Ví dụ khoảng thời TXOP ở đây bao gồm: khung tin đầu tiên trong TXOP cộng thêm các SIFS xen giữa cùng ACK.

#### 4.3.2.2 Ví dụ hoạt động của EDCA

Ngoài việc có các giá trị AIFS,  $CW_{\min}$ ,  $CW_{\max}$  và TXOP Limit khác nhau cho các AC khác nhau thì phần còn lại của EDCA hoạt động hoàn toàn giống DCF. Ví dụ khi đường truyền rỗi ít nhất một khoảng AIFS thì EDCAF sẽ chọn ngẫu nhiên một giá trị backoff từ cửa sổ phân tranh của mình và bắt đầu đếm lùi cho backoff timer. Chỉ đến khi nào giá trị backoff bằng không thì EDCAF mới được truyền dữ liệu.

Hình vẽ dưới đây minh hoạ hoạt động của EDCF với giả thiết tất cả các EDCAF đều đang có gói tin truyền đi. Trong đó có chỉ ra cách thức một EDCAF trong một trạm không dây tham gia vào quá trình phân tranh đường truyền.



#### Hình 4-4: Cơ chế truy cập phương tiện EDCA

Hình trên minh họa một trạm có 4 EDCAF bên trong tương ứng với 4 AC đang cạnh tranh nhau để sử dụng đường truyền. Kích thước hiện tại của cửa sổ phân tranh và giá trị backoff cho từng EDCAF cũng được minh họa trong hình. Các EDCAF cho những AC ưu tiên cao (AC\_VO, AC\_VI) có thời gian đợi AIFS nhỏ hơn thời gian đợi của các EDCAF với AC có ưu tiên thấp (AC\_BK, AC\_BE). Ở đây các EDCAF đều có các tham số nhận giá trị mặc định và AIFSN cho AC\_VO và AC\_VI cũng vậy (đều bằng 2). Tất cả các EDCAF đều đếm lùi bộ đếm backoff timer của mình cùng một lúc. Như trên hình vẽ ta thấy hai EDCAF của AC\_BK và AC\_BE đều phải đợi thêm vài SLOT thời gian trước khi đợi thêm khoảng thời gian AIFS vốn dĩ đã dài hơn của mình. Nhìn hình minh họa, chúng ta có thể thấy rõ với các AC có mức ưu tiên thì các giới hạn nhỏ nhất, lớn nhất của cửa sổ phân tranh

cũng nhỏ hơn của các AC được ưu tiên thấp dẫn tới các EDCAF của AC ưu tiên cao hơn sẽ có giá trị backoff nhỏ hơn (sẽ phải đợi ít hơn) các AC có ưu tiên thấp.

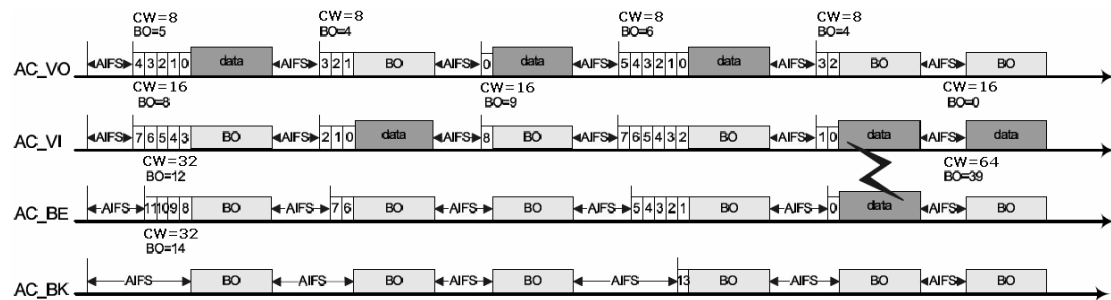
Khi một EDCAF giành được quyền truy nhập đường truyền nó sẽ tạm dừng bộ đếm backoff và lại tiếp tục đếm lùi ngay sau khi kênh truyền trở lại rồi sau khoảng thời gian AIFS. Tuy nhiên trong một khoảng thời gian nhất định, một AC mức ưu tiên thấp vẫn có thể có giá trị backoff nhỏ hơn bởi vì trong khi EDCAF của mức ưu tiên cao hơn đang phải lựa chọn giá trị backoff cho mỗi frame của mình thì bộ backoff timer của EDCAF mức ưu tiên thấp vẫn tiếp tục đếm lùi từ lần tạm dừng trước đó. Điều này tránh cho các EDCAF ưu tiên thấp bị đứng ngoài cuộc vô thời gian theo cách thức giống như mà DCF ở phiên bản 802.11 nguyên gốc thực hiện với các trạm không dây khác nhau.

Ví dụ trên cũng cho ta thấy một cách rõ ràng về vai trò của các tham số EDCA trong việc cung cấp khả năng phân biệt phục vụ. Chẳng hạn một AC có mức ưu tiên cao sẽ được chia sẻ lượng băng thông lớn hơn khi truyền ra được nhiều frame hơn so với những AC có mức ưu tiên thấp. Tuy nhiên ví dụ cũng chỉ ra rằng các AC ưu tiên thấp có thể sẽ mất khá thời gian để giành được phương tiện. Lý do được đưa ra là khi chúng phải đợi cảm nhận kênh truyền rồi với khoảng thời gian AIFS dài hơn thì hầu hết thời gian các EDCAF này cũng không thể đếm giảm backoff timer vì các EDCAF khác truyền dữ liệu. Hệ quả là giá trị backoff được giữ nguyên cho đến hết thời gian AIFS. Một nguyên nhân khá lớn khác là với cửa sổ phân tranh nhỏ hơn các AC ưu tiên cao sẽ làm giảm thời gian backoff của mình. Như trên hình vẽ ta thấy EDCAF của AC\_BK chỉ có thể giảm giá trị bộ đếm backoff timer khi không có một frame nào của AC ưu tiên cao hơn đang đang dở hoặc các EDCAF của AC\_VO và AC\_VI có giá trị backoff lớn hơn 5 hoặc EDCAF của AC\_BE có giá trị backoff lớn hơn 4.

Trong Hình 4-4, ta thấy mỗi EDCAF đều có sở hữu một cửa sổ phân tranh riêng biệt độc lập với các EDCAF khác do đó bốn EDCAF tại các hàng đợi gửi của AC đều hoạt động như những trạm ảo trong một trạm thực. Vì vậy với EDCA sẽ tồn tại hai mức xung đột: xung đột trong (Internal Collision) giữa các EDCAF(AC) trong cùng một trạm không dây và xung đột ngoài (External Collision) giữa những trạm không dây với nhau.

#### ➤ Internal Collision – Xung đột trong

Tình huống xung đột trong (internal collision) hay còn được gọi là xung đột ảo (virtual collision) xảy ra trong một trạm không dây khi có hơn một EDCAF đếm lùi bộ đếm backoff timer về không và bắt đầu truyền tin vào cùng một lúc. Khi xảy ra tình huống này để giải quyết phân tranh thì các EDCAF của AC có quyền cao nhất sẽ được ưu tiên sử dụng đường truyền còn các EDCAF của những AC ở mức thấp hơn sẽ nhân đôi kích thước cửa sổ phân tranh và tiến hành backoff giống như xử lý phân tranh bình thường giữa các trạm bên ngoài (ví dụ giống DCF). Hình vẽ dưới đây sẽ minh họa chi tiết về trạng thái xung đột trong.



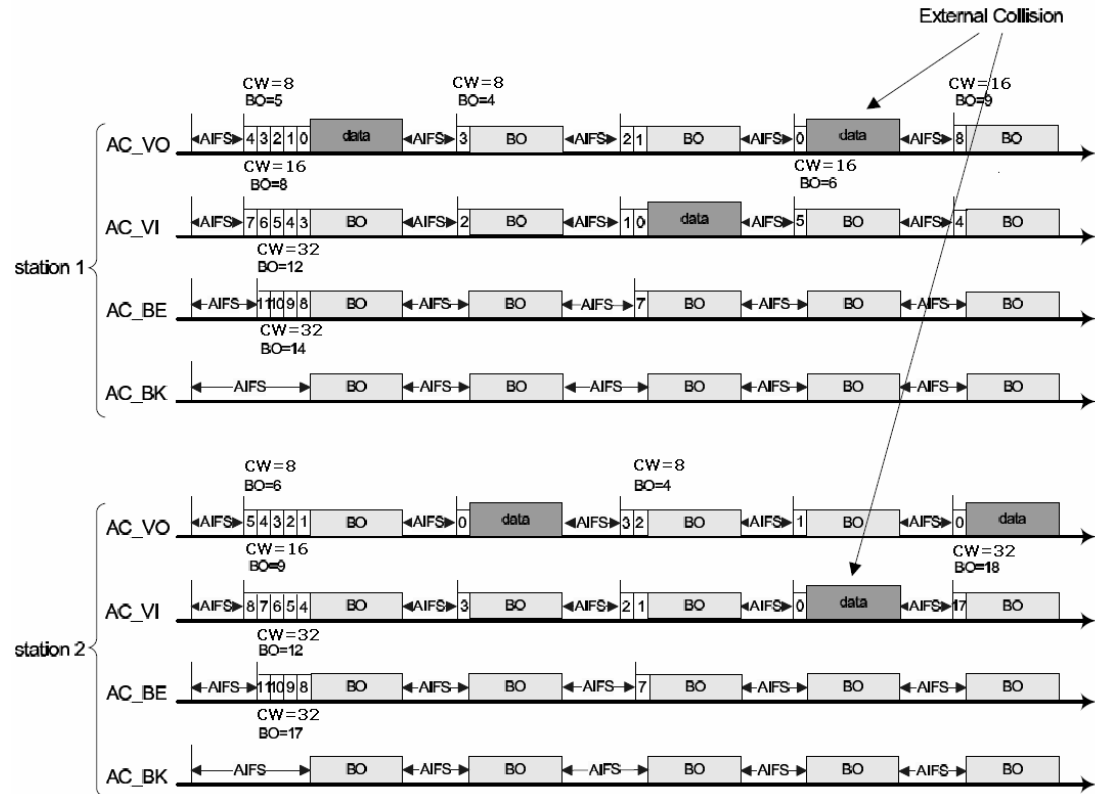
Hình 4-5: Cơ chế truy nhập EDCA và trạng thái xung đột trong

Như mô tả ở trên, sau khi xảy ra xung đột trong thì một trong những EDCAF bị xung đột là EDCAF của AC\_BE sẽ nhân đôi độ rộng của cửa sổ phân tranh và chọn một giá trị backoff mới, còn EDCAF của AC\_VI (có mức ưu tiên cao hơn) sẽ bắt đầu truyền dữ liệu mà không cần đến backoff. Điều này giải thích tại sao lưu lượng của AC ưu tiên cao lại không bị tăng thời gian trễ sau khi xuất hiện xung đột trong. Tuy nhiên điều này cũng có thể làm cho những AC ưu tiên thấp có thể không truy nhập vào đường truyền được, ví dụ AC\_BE sẽ tốn phí rất nhiều thời gian để đếm ngược được từ 39 về 0. Việc này sẽ đặc biệt cản trở cho AC\_BK nếu bị xung đột vì khi đó sẽ rất khó để có thể làm giảm giá trị backoff timer sau khi các EDCAF của những AC cao hơn liên tục gửi đi hàng tá các gói tin.

#### ➤ External Collision – Xung đột ngoài

Hiện tượng xung đột ngoài xuất hiện khi bộ đếm backoff timer của EDCA trong hơn 1 trạm cùng trở về không vào một thời điểm hoặc cùng một lúc có không dưới 2 trạm có EDCAF cùng nhận một giá trị backoff và những EDCAF đều đang dành được quyền truy nhập đường truyền (trong trạm đó). Khi hiện tượng này xảy ra, cách thức xử lý vẫn giống như ở 802.11 nguyên gốc. Sau khi xuất hiện xung đột, các EDCAF tham gia vào xung đột sẽ mở rộng gấp đôi độ lớn của cửa sổ phân tranh

và chọn một giá trị backoff mới, còn các EDCAF khác thì vẫn giữ nguyên giá trị backoff của mình.



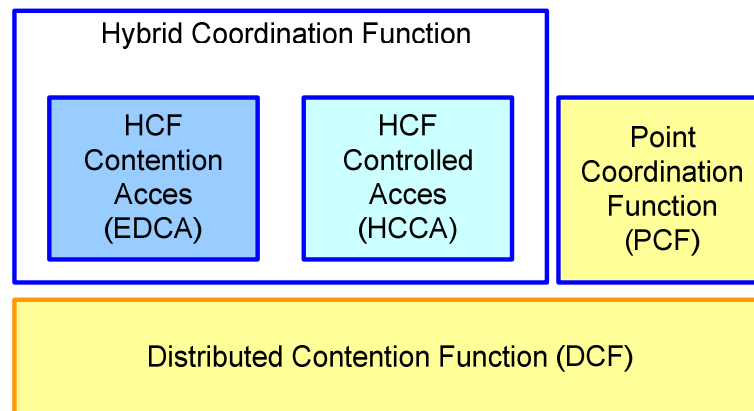
Hình 4-6: Cơ chế truy nhập EDCA và trạng thái xung đột ngoài

Ở hình vẽ trên, trạng thái xung đột ngoài được miêu tả thông qua hai trạm không dây STA, mỗi trạm lại có bốn EDCAF tương ứng với bốn AC khác nhau. Sự xung đột xảy ra khi EDCAF của AC\_VO trên máy 1 và AC\_VI trên máy 2 cùng có bộ đếm backoff timer trở về không và bắt đầu truyền tin vào cùng một thời điểm. Sau khi xác định có xung đột, cả hai EDCAF tham gia đều mở rộng gấp đôi kích thước của cửa sổ xung đột và chọn lấy một giá trị backoff mới trong đó những EDCAF không tham gia xung đột ở cả hai trạm vẫn tiếp tục đếm ngược backoff timer tại giá trị đã bị tạm dừng trước đó.

### 4.3.3 Kiến trúc và định dạng những khung tin quan trọng của 802.11e

Bên cạnh HCF cùng hai cơ chế truy nhập EDCA và HCCA, để đảm bảo tính tương thích ngược thì trong phiên bản IEEE 802.11e cũng bao gồm hai bộ chức

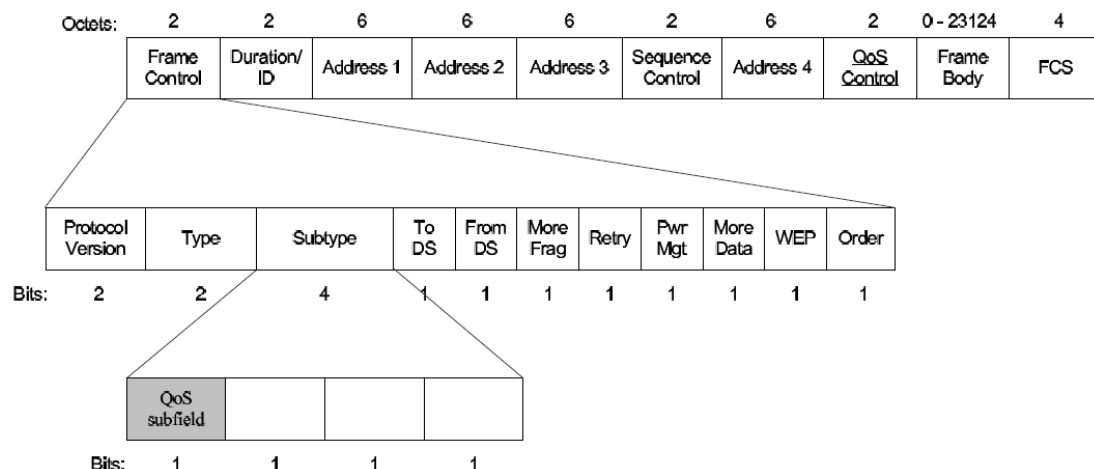
năng phối hợp được kế thừa từ bản 802.11 nguyên gốc là DCF và PCF. Hình vẽ dưới đây sẽ minh họa kiến trúc của 802.11e MAC.



Hình 4-7: Kiến trúc IEEE 802.11e MAC

Cơ chế điều khiển truy nhập tập trung và tự do phân tranh HCF sử dụng một bộ phối hợp tập trung có tên là HC (Hybrid Controller) cũng được đặt trong QAP. Bộ HC này có thể hoạt động đồng thời với EDCA.

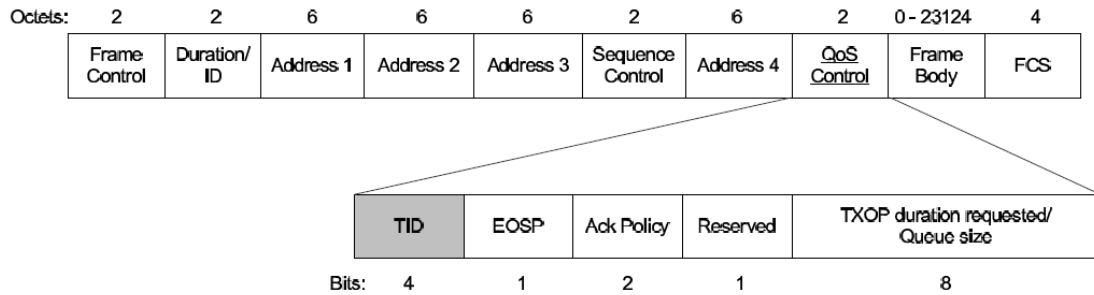
Trong phần MAC header của khung tin 802.11, tại trường *Frame Control* có bit đầu tiên được gọi là QoS subfield. Bit này được dùng để xác định xem frame này có phải được tạo ra từ một trạm QSTA hay là non QSTA (không support QoS theo giao thức 802.11e). Nếu bit này được bật (=1) thì đây là một frame của QSTA và ngược lại.



Hình 4-8: MAC Header và QoS subfield

Ở tầng MAC, mỗi khung tin được cấp cho một mức ưu tiên thông qua định danh lưu lượng *TID* (traffic indentifier). Trường *TID* này được chứa trong trường

*QoS Control* – một trường mới được IEEE 802.11e thêm vào phần MAC header. Khi QAP nhận được frame này từ QSTA, AP sẽ dựa vào giá trị của *TID* mà xác định mức độ ưu tiên người dùng UP của frame theo dải giá trị từ 0 đến 7. Hình vẽ sau đây sẽ minh họa vị trí của *QoS Control* và *TID* trong MAC header.



Hình 4-9: Vị trí của hai trường TID và QoS Control trong phần 802.11 MAC header

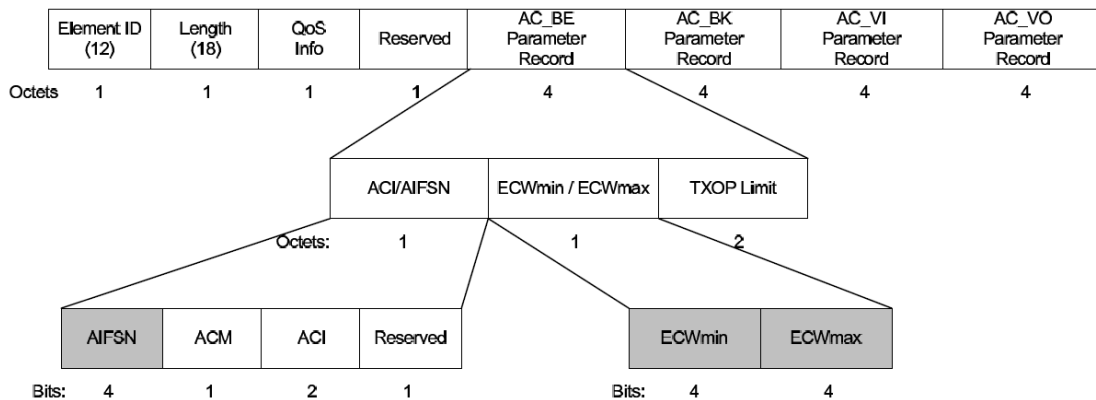
Giá trị ưu tiên ở trường *TID* chỉ có ý nghĩa khi bit *QoS subfield* trong trường *Frame Control* bằng 1 (ví dụ: trạm STA không dây có support 802.11e và kết nối với một QAP do đó cũng trở thành một QSTA). Nếu không có QAP nào tồn tại hoặc một QSTA phải kết nối với một AP bình thường thì QSTA cũng sẽ hoạt động giống như các STA bình thường khác, điều này được thể hiện qua trường *QoS subfield* có giá trị bằng 0. Trong trường hợp đó, giá trị của *TID* sẽ không có ý nghĩa và tất cả các khung tin sẽ được đối xử ngang bằng với nhau, với mức ưu tiên của *Contention*, không phân biệt mức ưu tiên, giống như với giao thức DCF nguyên thủy. Tương tự vậy với các trạm không dây nguyên thủy (ví dụ STA hoặc nonQSTA) khi kết nối với một QAP thì tất cả các frame từ trạm này sẽ được coi như là có mức ưu tiên là 0.

Như ở hình vẽ trên, trường *Queue size* trong phần *QoS Control* của MAC header khung tin xác định tổng số frame của một mức ưu tiên riêng (*TID*) mà trạm có trong hàng đợi truyền của các AC không bao gồm frame hiện tại.

Giá trị *TXOP* được hỗ trợ bởi cả hai phương pháp EDCA và HCCA, do vậy để tiện phân biệt người ta hay gọi chúng với cái tên EDCA TXOP cho EDCA và cái tên HCCA TXOP (hoặc là Polled TXOP) cho HCCA. Giá trị *TXOP* trong EDCAF có được khi một trạm QSTA giành được quyền truy nhập đường truyền với giao thức EDCA. Tương tự như vậy trạm cũng có được HCCA TXOP khi tương tác với HC theo giao thức HCCA nhưng ở đây là HC sẽ hỏi vòng lần lượt từng trạm để cấp cho TXOP tùy theo yêu cầu của trạm.

Với EDCA, một trạm QSTA có thể yêu cầu việc truyền tin đa frame trong một phiên TXOP thông qua đặt giá trị của trường *Duration/ID* trong phần header với ý nghĩa là thời gian cần thiết để truyền thêm những frame khác. Khi làm việc ở chế độ HCCA, một trạm QSTA có thể yêu cầu một giá trị TXOP riêng bằng cách đặt giá trị của trường con *TXOP duration request* trong trường *QoS Control* như trên hình vẽ ([Hình 4-9](#)). Trong trường hợp này, trường *TID* sẽ được sử dụng để xác định AC yêu cầu TXOP và HC/QAP có thể sẽ đưa ra một giá trị TXOP nhỏ hơn hoặc như theo yêu cầu.

Các tham số EDCA được định trong tập các thành tố của EDCA (*EDCA Parameter Set*) được định kỳ thay đổi theo chỉ định của QAP trong một khung tin riêng (thường là khung *beacon*). QAP có thể điều chỉnh các tham số này một cách linh động tùy thuộc vào tình trạng của hệ thống. Hình vẽ dưới đây sẽ minh họa chi tiết tập các thành tố của EDCA.

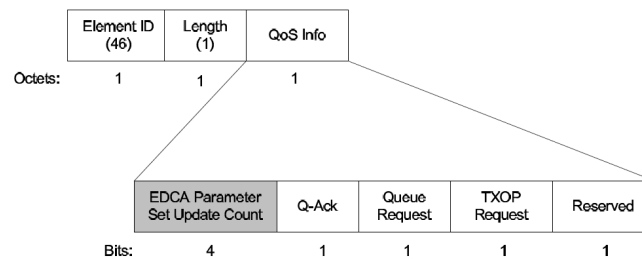


Hình 4-10: Tập các thành tố tham số của EDCA

Giá trị của các tham số EDCA được xác định trong tập thành tố là: AIFSN, ECWmin, ECWmax, TXOP Limit. Mỗi khi nhận được từ bản cập nhật của QAP tập các tham số EDCA thì các QSTA cũng đều cập nhật lại giá trị các tham số EDCA tương ứng của mình và sử dụng các giá trị mới này để cạnh tranh truy nhập phương tiện. Các giá trị mặc định các tham số của EDCA mà không được QAP đưa ra là những giá trị đã được nêu trong [Bảng 4-2](#).

Các QAP và QSTA sử dụng phần thông tin *QoS Capability element* để xác định thông tin cập nhật là thông tin mới nhất như sau: mỗi lần QAP cập nhật các tham số của EDCA, QAP sẽ tăng giá trị bộ đếm update lên một đơn vị (trường này

có tên *EDCA Parameter Set Update Control*, nằm trong trường *QoS Info* của khung tin *QoS Capability element*). Hình vẽ sau đây sẽ minh họa chi tiết cho những thông tin trình bày ở trên.



Hình 4-11: Trường QoS Info và QoS Capability Element

#### 4.4 Kết chương

Chuẩn IEEE 802.11e là một phiên bản cải tiến của IEEE 802.11 WLAN nhằm hỗ trợ chất lượng dịch vụ (QoS). Với phiên bản này, IEEE 802.11e hỗ trợ QoS bằng cách đưa ra các phương thức cung cấp khả năng phục vụ với sự phân biệt theo loại lưu lượng. Phiên bản cũng định nghĩa ra bốn loại truy cập Access Category (AC): AC\_BK, AC\_BE, AC\_VI, AC\_VO tương ứng với bốn loại lưu lượng lần lượt Background, Best Effort, Video và Voice. Ở những tầng trên của tầng MAC, mỗi khung tin của một luồng lưu lượng sẽ được đánh cho một mức ưu tiên được gọi là User Priority (UP) có giá trị từ 0 đến 7. Ở tầng MAC, các mức ưu tiên này sẽ được ánh xạ vào một trong bốn Access Category. Với mỗi Access Category sẽ có một khối chức năng EDCAF đảm nhiệm (đây là một phiên bản cải tiến của DCF) việc phân tranh đường truyền theo một tập các tham số cấu hình.

Các tham số này bao gồm:

1. AIFS – Khoảng thời gian để cảm nhận đường truyền rồi trước khi truyền gói tin hoặc bắt đầu backoff.
2. CWmin, CWmax – Kích thước nhỏ nhất và lớn nhất của cửa sổ phân tranh sử dụng trong backoff
3. TXOP Limit – Khoảng thời gian lớn nhất của TXOP (Transmission Opportunity) là khoảng thời gian mà một EDCAF có quyền được truyền dữ liệu sau khi giành được đường truyền.

Thời gian AIFS (Arbitration Inter-Frame Space) được tính như sau

$$AIFS[AC] = AIFSN[AC] * SLOTT + SIFS$$

Trong đó:

- SIFS: Giá trị của thời gian SIFS được định nghĩa như ở IEEE 802.11 chuẩn.
- SLOT: chiều dài của một khe thời gian SLOT cho backoff
- AIFSN: Arbitration Inter Frame Space Number, số lượng khe thời gian được thêm vào SIFS khi tính toán AIFS.

Giá trị của các tham số EDCA là xác định với mỗi AC. Và dựa vào các tham số này, những AC có mức ưu tiên cao hơn sẽ có thời gian AIFS chờ vào truy nhập đường truyền ngắn hơn, được lựa chọn giá trị backoff từ cửa sổ phân tranh có kích thước nhỏ hơn, có cơ hội nhiều và ổn định hơn trong việc sử dụng đường truyền với thời gian dài hơn so với các AC có mức ưu tiên thấp. Về cơ bản thì AC nếu có mức ưu tiên càng cao thì có thời gian AIFS càng ngắn, cửa sổ phân tranh càng nhỏ, và giới hạn TXOP Limit càng lớn. Những tham số trên được gọi là những tham số EDCA và được thay đổi giá trị một cách định kỳ bởi Access Point. Những giá trị mặc định theo chuẩn 802.11e sẽ không được AP quảng bá.

Ngoại trừ tập những tham số EDCA thay đổi với từng AC thì phần còn lại của cơ chế truy nhập phương tiện EDCA hoạt động hoàn toàn giống hoạt động của DCF. Ví dụ: khi đường truyền trở về trạng thái rỗi trong khoảng thời gian AIFS, bộ EDCAF sẽ chọn một giá trị backoff và bắt đầu đếm lùi bộ đếm backoff timer. Việc truyền dữ liệu sẽ bắt đầu khi bộ đếm backoff timer chạm giá trị 0.

Do trong một trạm có bốn bộ EDCAF hoạt động không phụ thuộc, độc lập với nhau nên có thể xảy ra tình huống có hơn một EDCAF trong trạm cùng có bộ đếm backoff timer trở về 0. Trường hợp này được gọi là đụng độ trong – Internal Collision và sẽ được giải quyết nội bộ giữa những EDCAF tham gia vào xung đột. EDCAF của AC có mức ưu tiên cao nhất sẽ giành được quyền truy nhập còn EDCAF của AC còn lại tiến hành backoff giống như trường hợp đụng độ ngoài giữa những trạm không dây với nhau.

Ngoài ra trong phiên bản IEEE 802.11e, có một cải tiến mới được thêm vào đó là cơ chế truyền tin với khối lượng lớn Contention Free Burstings (CFB). Tính năng này cho phép một EDCAF có thể truyền nhiều khung tin trong cùng một lần có TXOP – giành được quyền sử dụng đường truyền mà không cần phải phân tranh cho từng khung tin riêng lẻ, mỗi khung tin khi đó sẽ được phân cách bởi một khoảng thời gian SIFS. Thời gian tiến hành CFB được giới hạn bởi giá trị TXOP Limit

## Chương 5

# Phân tích hiệu quả của chất lượng dịch vụ cho mạng 802.11

### 5.1 Phân tích hiệu năng chất lượng dịch vụ của mạng IEEE 802.11 DCF

Trong phần này, tác giả xin được trình bày các nghiên cứu liên quan đến hiệu năng của IEEE 802.11. Mục đích của những nghiên cứu này là phân tích hiệu năng của công nghệ Wireless. Công nghệ không dây có bước phát triển vượt bậc trong vài năm gần đây và tiếp tục được mở rộng không ngừng. Chúng ta sử dụng một số giả thiết dựa trên đặc tính của Wireless LAN. Các giả thiết này có thể là: “không nhiều” hoặc “nhiều”, sự có mặt hoặc vắng mặt của các trạm ẩn (hidden station), các gói tin có độ dài cố định hoặc là thay đổi, với một trạm hoặc một số trạm sẵn sàng truyền gói tin, một trạm có gói tin gửi đi ngay hay nhiều trạm phải đợi để có gói tin gửi, hay nhiều giả thiết khác liên quan đến các đặc điểm của mạng wireless.

Một số nhà nghiên cứu đi sâu vào phân lý thuyết liên quan tới các thủ tục kết nối không dây. Như Bianchi [1] đề xuất một mô hình triển khai chuỗi Markov cho *backoff window size* do tham số này là một thành phần quan trọng trong Wireless LAN. Chúng ta biết rằng sau giai đoạn idle DIFS, cần phải sinh ra một số *backoff window size* ngẫu nhiên để có thể truyền gói tiếp theo. Do đó trong trường hợp này, có một số giả thiết là: số lượng trạm là cố định, không có thiết bị ẩn, kênh truyền lý tưởng. Kết quả cuối cùng sau khi dẫn xuất *backoff window size* như sau

$$\tau(p) = \frac{2}{1 + W + pW \sum_{i=0}^{m-1} (2p)^i}$$

Trong đó  $p$  là xác suất xung đột (collision) có điều kiện và  $W$  là  $CW_{min}$  (contention window minimum). Kết quả có được là hàm giảm đơn điệu bắt đầu từ  $\tau(0) = \frac{2}{1+W}$ , thể hiện là không có xung đột (collision) trong kênh, đến

$\tau(1) = \frac{2}{(1 + 2^m W)}$ , thể hiện là có xung đột xảy ra,  $2^m W$  là giá trị lớn nhất của *backoff state*. Sau khi Bianchi xây dựng công thức về *backoff window size*, ông tiếp tục đưa ra biểu thức về throughput (thông lượng) như sau:

$$S = E [\text{payload information transmitted in a slot time}] / E [\text{length of a slot time}].$$

Ngoài ra, Bianchi đưa ra các khoảng thời gian xung đột của truy cập cơ bản và phương pháp RTS/CTS như sau:

$$T_s^{bas} = PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P] + SIFS + \delta + ACK + DIFS + \delta$$

$$T_c^{bas} = PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P^*] + DIFS + \delta$$

$$T_s^{rts} = RTS + SIFS + \delta + CTS + SIFS + \delta + PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P] + SIFS + \delta + ACK + DIFS + \delta$$

$$T_c^{rts} = RTS + DIFS + \delta$$

Trong đó:

$T_s^{bas}$ : Thời gian truyền thành công 1 khung tin với truy cập cơ bản

$T_c^{bas}$ : Thời gian truyền 1 khung tin với truy cập cơ bản và bị đụng độ

$T_s^{rts}$ : Thời gian truyền thành công 1 khung tin với RTS/CTS

$T_c^{rts}$ : Thời gian truyền 1 khung tin với RTS/CTS và bị đụng độ

Bianchi tiến hành so sánh mô hình lý thuyết với các mô phỏng kiểm chứng mô hình lý thuyết đó. Kết quả cho thấy mô hình lý thuyết đề xuất là chính xác trong cả trường hợp Basic Access và cơ chế RTS/CTS.

Một mô hình lý thuyết khác được đề xuất bởi Xiao và Rosdahl [12], các giả thiết cho mô hình này bao gồm kênh truyền lý tưởng, với một trạm có thể truyền gói tin bất cứ lúc nào và các bên nhận sẽ nhận ngay lập tức và gửi ACK. Thêm vào đó dẫn xuất của các giả thiết này là có thể dễ dàng đạt được các giới hạn về thông lượng và độ trễ của IEEE 802.11. Có thể suy ra các biểu thức bằng cách xem xét môi trường truyền mạng LAN có dây mà không bỏ đi độ trễ khi truyền từng packet hay frame. Họ chỉ quan tâm đến việc xây dựng các biểu thức cho phương thức truy cập cơ bản và cho rằng cách này có thể triển khai được đối với phương thức RTS/CTS. Sau đó, nghiên cứu thừa nhận một giá trị *backoff window size* trung bình cho tất cả các lần truyền tin bởi vì giá trị *backoff time* luôn luôn chọn ngẫu nhiên trong khoảng  $(0 - CW-1)$ , công thức giá trị:

$$\overline{CW} = \frac{CW \min Tslot}{2}$$

Do đó thông lượng cho mô hình này được biểu diễn bằng công thức:

$$MT = \frac{8L_{DATA}}{T_{D\_DATA} + T_{D\_ACK} + 2\tau + T_{SIFS} + \overline{CW}}$$

Độ trễ của mô hình này là:

$$DLL = Tp + T_{phy} + \tau + T_{DIFS} + \overline{CW}$$

Trong đó  $L_{DATA}$  là kích thước packet tính theo byte,  $Tp$  là độ dài phần đầu,  $T_{phy}$  là độ dài PLChheader, và  $\tau$  là thời gian truyền.  $T_{D\_DATA}$  được tính bởi:

$$T_{D\_DATA} = Tp + T_{phy} + \frac{8L_{H\_DATA} + 8L_{DATA}}{1000000R_{DATA}}$$

Trong đó  $L_{H\_DATA}$  là header của MAC được tính là 28byte và  $R_{DATA}$  là tốc độ dữ liệu truyền gói tin.

$T_{D\_ACK}$  được tính bằng:

$$T_{D\_ACK} = Tp + T_{phy} + \frac{8L_{ACK}}{1000000R_{ACK}}$$

Trong đó  $L_{ACK}$  là frame ACK có độ dài là 14 byte,  $R_{ACK}$  là tốc độ điều khiển trong quá trình truyền ACK frame.

Dựa trên các kết quả trên ta thu được chuỗi công thức:

Thời gian truyền ACK trên kênh:

$$T_{ACK} = \left[ \frac{8 * ACK\_Frame}{R} \right] * 10^6$$

Thời gian truyền gói tin thành công:

$$t_{Payload}^s = \frac{(8 * MAC\_Header) + (8 * Payload\_size)}{R} * 10^6,$$

trong đó:  $MAC\_header$ : chiều dài của phần header MAC 802.11

$Payload\_size$ : kích thước của gói tin.

Thời gian truyền gói tin trong trường hợp bị xung đột thành công:

$$t_{Payload}^c = \frac{(8*MAC\_Header) + \left(8*\frac{Payload\_size}{2}\right)}{R} * 10^6$$

Dựa vào hai công thức trên ta thu được cách tính thời gian tổng phí khi truyền tin trong trường hợp đụng độ và không đụng độ:

$$\text{Truyền thành công: } T_{Payload}^s = t_{preamble} + t_{pcpHeader} + t_{Payload}^s$$

$$\text{Truyền bị xung đột: } T_{Payload}^c = t_{preamble} + t_{pcpHeader} + t_{Payload}^c$$

Thời gian trễ truyền tin trong trường hợp truyền tin thành công:

$$Propdelay_s^{bas} = T_{Payload}^s + T_{ACK} + 2 * Air\_Prop + DIFS + SIFS + \overline{CW}_s$$

Trong đó: *Air\_Prop*, *DIFS*, *SIFS* lần lượt là thời gian propagation time, DIFS time, SIFS time được định nghĩa ở trong chuẩn IEEE 802.11

Thời gian trễ truyền tin trong trường hợp truyền bị đụng độ:

$$Propdelay_c^{bas} = T_{Payload}^c + DIFS + Air\_Prop + \overline{CW}_c$$

Tuy nhiên, trong nghiên cứu này các tác giả không đưa ra các kết quả mô phỏng trong báo cáo.

Trong nghiên cứu của Chatzimisios, Boucouvalas và Vitsas [13], các tác giả mở rộng phân tích về thông lượng trong Bianchi 2000 nhằm quan sát độ trễ của IEEE 802.11. Giả thiết cho phân tích này là có *n* trạm tham gia vào quá trình truyền trong mạng, mỗi trạm luôn có gói tin để gửi và xác suất đụng độ (collision) là không đổi và độc lập. Ngoài ra, thông lượng được tính theo công thức sau:

$$S = \frac{P_r P_s l}{(1 - P_r)\sigma + P_r P_s T_s + P_r (1 - P_s) T_c} = \frac{P_r P_s l}{E[slot]}$$

$$\text{Trong đó } P_r = 1 - (1 - \tau)^n, P_s = \frac{n \cdot \tau \cdot (1 - \tau)^{n-1}}{1 - (1 - \tau)^n}, \tau = \frac{2(1 - 2p)}{(1 - 2p) \cdot (W + 1) + pW \cdot (1 - (2p)^m)}$$

$p = 1 - (1 - \tau)^n \cdot P_r, P_s, T_c, T_s$  biểu diễn xác suất ít nhất một gói tin truyền trong một slot ngẫu nhiên, xác suất truyền thành công, thời gian trung bình có đụng độ và thời gian

truyền thành công. Từ đó có Độ trễ trung bình đôi khi truyền một packet thành công là:

$$E[D] = E[X].E[slot]$$

Trong đó  $E[X] = \frac{(1-2p).(W+1) + pW.(1-(2p)^m)}{2.(1-2p).(1-p)}$  là số slot time trung bình của một lần truyền thành công. Sau khi diễn giải mô hình lý thuyết, các tác giả đã đưa ra mô phỏng để kiểm chứng.

Các nghiên cứu đa số sử dụng mô phỏng để kiểm chứng kết quả. Có rất nhiều phần mềm có thể sử dụng để mô phỏng, một trong số đó là NS-2 (Network Simulator 2), OPNET<sup>TM</sup> và các phần mềm mạng khác có sẵn mô hình IEEE 802.11.

## 5.2 Phân tích hiệu năng chất lượng dịch vụ của mạng IEEE 802.11E

Ở phần này, chúng ta sẽ tổng kết một số nghiên cứu đã được thực hiện dựa trên quan sát hiệu năng của IEEE 802.11e. Trong 802.11e, có 8 mức độ ưu tiên (priority) khác nhau với các loại *catagories* và *traffic* khác nhau truy cập kênh.

Nghiên cứu của Choi [14] mô phỏng 802.11E MAC Enhanced DCF (EDCF-EDCA) là một trong các cơ chế của 802.11e và EDCF gần giống với phương thức Truy cập cơ bản trong DCF của 802.11. Điểm khác nhau là AIFS theo dõi truyền frame chứ không phải DIFS. Mục tiêu là so sánh EDCF và DCF cũng như EDCF dùng CFB hoặc không dùng CFB. Theo đó, nhiều giả thiết được đặt ra trong mô phỏng, ví dụ như kích thước gói tin là cố định đối với mỗi lần truyền, tốc độ dữ liệu khác nhau được áp dụng đối với từng loại traffic. Do đó, traffic bao gồm Voice, video và dữ liệu. Các dữ liệu này được mô phỏng trong kịch bản. Kịch bản mô phỏng có 4 trạm voice, 2 trạm video và 4 trạm dữ liệu. Kết quả là hầu hết trễ xảy ra khi truyền tin Voice và Video nhưng ít frame bị drop. Trong khi truyền dữ liệu, trễ ít khi xảy ra nhưng có nhiều frame bị drop hơn. Cuối cùng, có thể so sánh thông lượng, 802.11 DCF và 802.11e EDCF, drop dữ liệu của 802.11e EDCF sử dụng CFB (contention-free burst) và non-CFB.

Một mô phỏng khác về 802.11e do Mangold [17] đưa ra. Nghiên cứu này mô phỏng 2 cơ chế của 802.11e là EDCF và HCF. Điểm khác nhau trong các nghiên cứu trước về EDCF là kịch bản mô phỏng. Trong mô hình này, họ sử dụng 5 trạm từ một *QoS-supporting Basic Service Set (QBSS)* với một trạm hoạt động như là

Acess Point (AP). AP có thể triển khai dưới chế độ EDCF hoặc là HCF trong khi 4 trạm còn lại hoạt động ở chế độ EDCF. Nghiên cứu cũng quan tâm đến hiệu năng của *hot spot* bằng cách thay đổi số lượng trạm trong QBSS. Mỗi trạm trong QBSS có cùng traffic và đo thông lượng theo các loại traffic khác nhau. Mô phỏng cho thấy HCF hoạt động ít bị trễ hơn so với EDCF ngay cả với traffic có cùng mức độ ưu tiên.

Nghiên cứu của Zhu và Chlamtac [18] đề xuất mô hình phân tích 802.11e đối với các loại traffic và sự xuất hiện của dòng traffic đối với mỗi loại traffic. Dòng traffic nằm trong khoảng 1 đến T, trong đó T là traffic category. Các tác giả điều chỉnh chuỗi Markov trong Bianchi 2000 bằng cách đưa ra *service parameter differentiation* để xác định *backoff window size*.

Sau khi tính toán, nghiên cứu đã đưa ra công thức đo lường thông lượng như sau:

$$S = \frac{E[payload\ in\ a\ slot\ time]}{E[length\ of\ a\ slot\ time]} = \frac{P_{n,s} \tau_n E[P_n]}{(1 - \tau_n) \sigma + P_{n,s} \tau_n T_{n,s} + (1 - P_{n,s}) \tau_n T_{n,c}}$$

Trong đó  $\tau_n, P_{n,s}, T_{n,s}, T_{n,c}, \sigma, E[P_n]$  tương ứng là độ ưu tiên của traffic, xác suất dòng traffic thành công, thời gian truyền thành công trung bình, thời gian truyền không thành công do có đụng độ, thời gian một slot trống, kích thước payload trung bình.  $T_{n,s}, T_{n,c}$  cho Truy cập cơ bản và RTS/CTS được tính như sau:

$$T_{n,s}^{bas} = AIFS_n + PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P] + \delta + SIFS + \delta + ACK$$

$$T_{n,c}^{bas} = AIFS_n + PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P^*] + SIFS + ACK$$

$$T_{n,s}^{rts} = AIFS_n + RTS + SIFS + \delta + CTS + SIFS + \delta + PHY_{hdr} + MAC_{hdr} + E[P_n] + \delta + SIFS + ACK + \delta$$

$$T_{n,c}^{rts} = AIFS_n + RTS + CSIFS + CTS$$

Trong đó  $E[P^*]$  là kích thước payload trung bình khi có đụng độ, Do đó thông lượng tổng hợp của N dòng traffic là :

$$S = \sum_{n=1}^N S_n$$

Cuối cùng, nghiên cứu xây dựng mô phỏng sử dụng NS-2 với các nguồn traffic khác nhau: dữ liệu, voice, video với tỉ lệ 2:1:1. Các tác giả tuyên bố mô hình sẽ chính xác hơn trong trường hợp bão hòa.

Nghiên cứu của Wietholter và Hoene 2003 đề xuất mô hình EDCF bổ sung chỉ chạy với NS-2.26. Ngoài ra, nghiên cứu còn mô phỏng 802.11a như là tầng vật lý. Sử dụng cùng mô hình và tham số backoff như trong nghiên cứu của Mangold, do cùng chung mục tiêu đánh giá mô hình. Kết quả cho thấy Thông lượng thu được trong các mô phỏng tương đối giống với Thông lượng có xu hướng giảm trong trường hợp có số trạm được dùng tăng lên.

Trong phần tiếp, tác giả xin được trình bày chi tiết hơn về phương pháp Bianchi và mở rộng của phương pháp này khi đánh giá hiệu năng chất lượng dịch vụ với ứng dụng VoIP.

### 5.3 Phân tích hiệu năng Bianchi trên môi trường 802.11

Mô hình phân tích Bianchi là một mô hình phân tích đơn giản nhưng hiệu quả dùng để tính toán thông lượng của 802.11 DCF. Mô hình Bianchi được xây dựng với giả thiết cơ bản xem xét mạng WLAN trong trường hợp có một AP, số trạm tham gia là cố định và bão hòa. Tính bão hòa ở đây có nghĩa là hàng đợi truyền tin của các trạm không rỗng, lúc nào cũng sẵn sàng có gói tin cần truyền.

Như đã trình bày ở phần giao thức MAC ở trên, giao thức DCF sử dụng chế độ sắp xếp truyền lại (backoff) theo hàm mũ.

Tại mỗi lần truyền packet, thời gian truyền lại (backoff) được chọn một cách đồng dạng trong dải  $(0, \omega-1)$ . Giá trị  $\omega$  được gọi là cửa sổ phân tranh – contention window, phụ thuộc và số lần truyền lại không thành công.

Trong lần thử truyền đầu tiên,  $\omega$  được đặt bằng  $CW_{\min}$  hay còn gọi là cửa sổ phân tranh nhỏ nhất.

Sau mỗi lần truyền thất bại thì  $\omega$  lại được nhân đôi, và giá trị lớn nhất của nó là  $CW_{\max} = 2^m CW_{\min}$ . Các giá trị  $CW_{\min}$ ,  $CW_{\max}$  có thể tham khảo trong các tài liệu về lớp giao tiếp vật lý của chuẩn 802.11 ví dụ như trong bảng dưới đây là thông tin của IEEE 802.11 năm 1999:

| PHY  | $CW_{\min}$ | $CW_{\max}$ |
|------|-------------|-------------|
| FHSS | 16          | 1204        |
| DSSS | 32          | 1204        |
| IR   | 64          | 1204        |

**Bảng 5-1: giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của contention window cho 3 PHY được đặc tả theo chuẩn 802.11: Frenquency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Hopping Squence Spread Spectrum (DSSS) và Hồng ngoại (IR)**

Phương pháp Bianchi được chia thành 2 phần riêng biệt:

- Phần A: Nghiên cứu cách ứng xử của một trạm riêng lẻ sử dụng mô hình chuỗi Markov [6], sử dụng yếu tố  $\tau$ : xác suất một trạm truyền tin trong một khe thời gian tổng quát (ví dụ được chọn ngẫu nhiên). Xác suất này sẽ không phụ thuộc vào cơ chế truy nhập là Basic hay RTS/CTS.
- Phần B: Nghiên cứu các sự kiện có thể xuất hiện trong một khe thời gian tổng quát, sau đó biểu diễn thông lượng của cả hai phương thức truy nhập dưới dạng hàm số của giá trị  $\tau$  đã được tính toán.

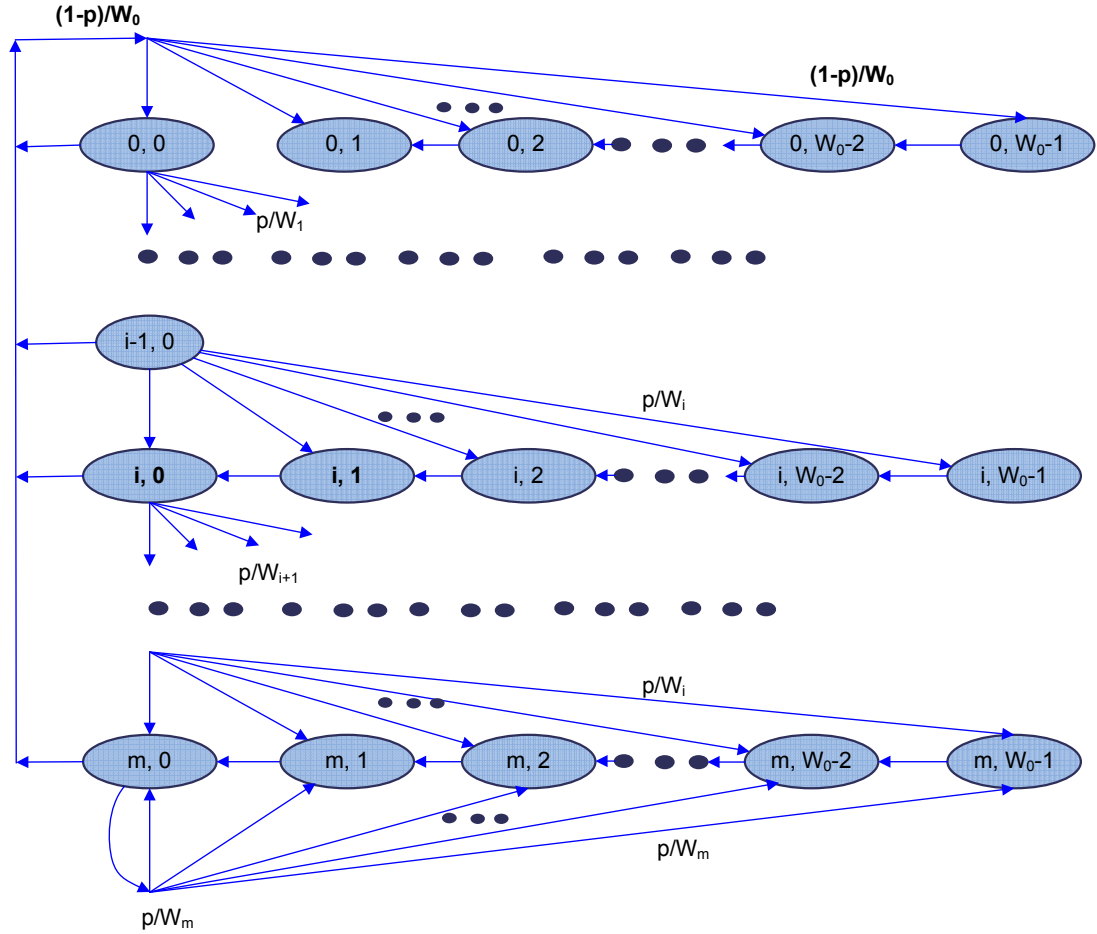
Đối với yêu cầu chất lượng dịch vụ VoIP thực tế thì phần A sẽ có ảnh hưởng quan trọng hơn phần B rất nhiều. Do đó chúng ta sẽ quan tâm chi tiết vào phần A.

❖ Phần A – Xác suất truyền gói tin

Trong điều kiện số trạm truyền tin phải cạnh tranh với nhau là  $n$ . Tất cả các trạm đều luôn bảo hòa, truyền các gói tin tuần tự liên tục nối tiếp nhau, mỗi gói tin đều cần phải đợi một lượng thời gian backoff ngẫu nhiên trước khi được truyền đi. Hình vẽ sau đây mô tả các trạng thái của một trạm trong quá trình tham gia truyền tin.

Trong đó:

- $W = CW_{\min}$
- Nấc backoff lớn nhất  $m$ :  $CW_{\max} = 2^m CW_{\min}$
- Nấc backoff – backoff stage thứ  $i$ :  $W_i = 2^i W$ ,  $i = (0, m)$ .
- Xác suất đụng độ có điều kiện của mỗi gói tin (Condition collision probability)  $p$ : xác suất xảy ra ra đụng độ khi gửi gói tin trên kênh truyền. Giả thiết là giá trị  $p$  này không đổi.



Hình 5-1: Mô hình chuỗi Markov của backoff window

Trong hình vẽ trên, mỗi trạng thái của trạm được biểu diễn bởi một cặp  $(m, k)$  với  $m$  là số lần phải truyền lại và  $k$  là số slot thời gian của trạm.

Với cách biểu diễn như vậy ta có bộ công thức sau:

$$\begin{aligned}
 P\{i, k | i, k-1\} &= 1, k \in (0, W_i - 2), i \in (0, m) \\
 P\{0, k | i, 0\} &= (1-p)/W_0, k \in (0, W_0 - 1), i \in (0, m) \\
 P\{i, k | i-1, 0\} &= p/W_i, k \in (0, W_i - 1), i \in (1, m) \\
 P\{m, k | m, 0\} &= p/W_m, k \in (0, W_m - 1)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Phương trình đầu tiên trong (1) miêu tả hiện thực: tại điểm bắt đầu của mỗi khe thời gian, thì thời gian backoff đều được giảm.

Phương trình thứ 2 thể hiện: một gói tin mới sau khi truyền gói tin thành công sẽ khởi đầu với nấc backoff là 0 và như thế giá trị backoff được chọn khởi tạo ngẫu nhiên trong dải  $(0, W_0-1)$ .

Xác suất  $\tau$ : Xác suất truyền tin trong một khe thời gian cho trước ở lần truyền lại thứ  $m$ .

Rõ ràng là xác suất này phụ thuộc vào  $p$  và sự phụ thuộc này được biểu diễn như sau (chi tiết xin đọc trong tài liệu [1]):

$$\tau(p) = \frac{2(1-2p)}{(1-2p)(1+W) + pW(1-(2p)^m)} = \frac{2}{1+W + pW - \sum_{i=0}^{m-1} (2p)^i} \quad (2)$$

Chú ý: Trong trường hợp  $m = 0$ , tức là không có phân phối mũ và xác suất  $\tau$  sẽ không phụ thuộc vào  $p$ . Ta có:

$$\tau = \frac{2}{1+W}$$

#### 5.4 Công thức Bianchi cho phân tích QoS với DCF MAC protocol

##### 5.4.1 Trường hợp giữa các trạm chỉ trao đổi dữ liệu Voice

Tiêu chí chủ yếu đánh giá chất lượng dịch vụ của VoIP mà ta xét là thời gian trễ trung bình của gói tin.

Cơ sở ban đầu, Bianchi mô hình hoá hệ thống với giả thiết trạm bão hoà.

Gọi  $c_n$ : xác suất để một trạm  $n$  thấy kênh truyền bận vào một khe thời gian cho trước

Gọi  $p_n$ : xác suất để một trạm  $n$  truyền tin vào một khe thời gian cho trước

Xác suất  $c_n$  là độc lập và không đổi. Tuy có thể giả thiết xác suất  $c_n$  không đổi là chưa chính xác nhưng tính độc lập của  $c_n$  là chấp nhận được đặc biệt khi số lượng các trạm tham gia vào cạnh tranh đường truyền tăng lên.

Khi đó công thức 2 có thể được viết dưới dạng:

$$p_n = \frac{2(1-2c_n)(1-c_n)}{(CW_{\min} + 1)(1-2c_n) + CW_{\min} c_n (1-(2c_n)^m)} \quad (1)$$

Nếu tất cả các trạm là giống nhau, hay  $p_n$  và  $c_n$  là như nhau với mọi trạm ta có:

$$c_n = 1 - (1 - p_n)^N \quad \text{Với } N: \text{ số trạm.} \quad (2)$$

Kết hợp 2 biểu thức (1) và (2), giải phương trình định điểm  $x = f(x)$ , chúng ta tìm ra được giá trị của  $c_n$  và  $p_n$ .

Trường hợp không bão hoà, ta sử dụng mô hình xấp xỉ trong tài liệu [4]:

1. Xác suất để một trạm  $n$  có gói tin cần truyền:  $\lambda_n$
2. Nếu  $\lambda_n = I$ : trạng thái bão hoà.

Khi đó ta có:

$$c_n = 1 - \prod_{m \neq n} (1 - \lambda_m p_m)$$

Khi trong hệ thống chỉ truyền dữ liệu thoại ta sẽ có hai trường hợp: trạm  $n$  là Access Point (A) hoặc là một trạm thoại (Voice – V). Ta định nghĩa một số qui ước như sau:

1.  $N_V$ : số lượng trạm thoại. Giả thiết là tất cả các trạm đều đồng nhất
2.  $p_V$  và  $c_V$ : lần lượt tương ứng là xác suất trạm thoại truyền tin và trạm thoại thấy kênh bận.
3.  $p_A$  và  $c_A$ : lần lượt tương ứng là xác suất trạm thoại truyền tin và trạm thoại thấy kênh bận.

Áp dụng mô hình Bianchi, ta có các công thức tính toán:

$$t_A = N_V \lambda_V p_V (1 - \lambda_V p_V)^{N_V - 1},$$

$$t_V = \lambda_A p_A (1 - \lambda_V p_V)^{N_V - 1} + (N_V - 1) \lambda_V p_V (1 - \lambda_V p_V)^{N_V - 2} (1 - \lambda_A p_A)$$

$$E[S_n] = (1 - c_n) T^I + t_n T_V^S + (c_n - t_n) T_V^C,$$

$$E[d_n] = E[S_n] \frac{CW_{min}}{2} \left[ \frac{1 - (2c_n)^m}{1 - 2c_n} + \frac{(2c_n)^m}{1 - c_n} \right] + \frac{c_n}{1 - c_n} E[T_V^C] + E[T_V^S]$$

Trong đó:  $n$  lần lượt là A (trạm là Access Point), V (trạm là trạm voice)

- $d_n$ : Thời gian cần thiết để trạm  $n$  truyền đi một gói tin thoại ngay khi nó vừa mới đến.
- $S_n$ : Độ dài của khe backoff cho trạm  $n$  khi bị đưng độ.
- $T_V^S$ : Thời gian cần thiết để truyền thành công một gói tin voice
- $T^I$ : Độ dài của 1 khe thời gian rỗi
- $T_V^C$ : Thời gian các gói tin voice bị đưng độ
- $t_A$ : Xác suất cho một khe thời gian được AP sử dụng truyền tin thành công.
- $t_V$ : Xác suất cho một khe thời gian được trạm thoại sử dụng truyền tin thành công.

Các tham số  $T_V^S$ ,  $T^I$ ,  $T_V^C$  được tính dựa trên phân tích ở phần [Header gói tin VoIP trong mạng 802.11](#)

Gọi  $D_A$ : là khoảng thời gian bị trễ tính từ khi gói tin đến AP cho đến lúc nó được truyền hoàn toàn ra khỏi AP.

Ta có thể coi tiến trình xử lí gói thoại trên AP là một tiến trình Poisson có:

1. Tốc độ đến:  $\frac{N_V}{D}$
2. Mô hình M/G/1

Gọi  $W_V$ : thời gian một gói tin phải chờ đợi cho đến khi được phục vụ tại AP ta có:

$$D_A = d_A + W_V = d_A + W_V^r + W_V^a$$

$$E[D_A] = E[d_A] + E[W_V]$$

Trong đó:

- $d_A$ : Thời gian cần thiết để AP truyền thành công một gói tin thoại ngay khi nó vừa mới đến.
- $W_V^r$ ,  $W_V^a$ : Trễ xử lí, trễ do phải chờ đợi các gói tin thoại khác trong hàng đợi.
- $D$ : Chu kỳ truyền gói tin voice.

Áp dụng định luật Little's Law, ta có:

$$E[W_V] = \frac{E[W_V^r]}{1 - \frac{N_V E[d_A]}{D}}$$

Do đó, thời gian trễ trung bình lớn nhất sẽ là:

$$E[D_A] = E[d_A] + \frac{N_V E[d_A^2]}{2(1 - \lambda_A)D}$$

Trong đó  $E[d_A^2]$  : Trung bình bình phương thời gian trễ của AP được tính như sau [4]:

$$\begin{aligned} E[d_A^2] = & E_A^2[S]CW_{\min}^2(1 - c_a) \left[ \frac{2(1 - c_a^m)}{9(1 - c_a)} - \frac{1 - (2c_a)^m}{(1 - 2c_a)} + \frac{10(1 - (4c_a)^m)}{9(1 - 4c_a)} + \right. \\ & \left. \frac{c_a^m(52^{2m} - 182^{m-1} + 4)}{18(1 - c_a)} + \left(\frac{2^{2m}}{3} - 2^{m-1}\right) \frac{c_a^m}{(1 - c_a^m)^2} + \frac{2^{2m-3}c_a^{m+1}}{(1 - c_a)^3} \right] \\ & + T_v^c \frac{1 + c_a}{(1 - c_a)^2} + T_v^s + E_a[S]CW_{\min}T_v^c \left[ \frac{3c_a - 7c_a^2 + 4c_a^3}{(1 - c_a)^2(1 - 2c_a)^2} + \frac{(2c_a)^m(c_a(3m - 4) - m)}{2(1 - c_a)^2(1 - 2c_a)^2} \right] \\ & + E_a[S]CW_{\min}T_v^c \left[ \frac{3c_a - 7c_a^2 + 4c_a^3}{(1 - c_a)^2(1 - 2c_a)^2} + \frac{(2c_a)^m(c_a(3m - 4) - m)}{2(1 - c_a)^2(1 - 2c_a)^2} \right] \\ & + 2T_v^cT_v^s \frac{1 + c_a}{(1 - c_a)} \end{aligned}$$

## 5.5 Kết chương

Hiện nay, hệ thống mạng cục bộ không dây IEEE 802.11 Wireless Local Area Network (WLAN) là một trong những công nghệ mạng không dây được triển khai rộng rãi nhất trên toàn thế giới. Sự kết hợp giữa tính linh hoạt và tiện lợi của mạng không dây WLAN và nhu cầu sử dụng lớn của các ứng dụng đa phương tiện trở thành một xu hướng mới và phát sinh nhiều câu hỏi về đảm bảo chất lượng dịch vụ. Sau khi tập hợp và tìm hiểu những nghiên cứu về đánh giá hiệu năng chất lượng dịch vụ, chúng ta thu được một số hướng phân tích chất lượng dịch vụ như sau:

❖ Với giao thức 802.11 DCF thông thường:

Kích thước cửa sổ phân tranh trung bình khi truyền tin thành công và không thành công:

$$\overline{CW}_s = \frac{(CW_{\min} - 1)T_{slot}}{2}$$

$$\overline{CW}_c = \frac{CW_{\max}T_{slot}}{2}$$

Thời gian trễ truyền tin trong trường hợp truyền tin thành công:

$$Propdelay_s^{bas} = T_{Payload}^s + T_{ACK} + 2 * Air\_Prop + DIFS + SIFS + \overline{CW}_s$$

Trong đó:  $Air\_Prop$ ,  $DIFS$ ,  $SIFS$  lần lượt là thời gian propagation time, DIFS time, SIFS time được định nghĩa ở trong chuẩn IEEE 802.11

Thời gian trễ truyền tin trong trường hợp truyền bị dụng độ:

$$Propdelay_c^{bas} = T_{Payload}^c + DIFS + Air\_Prop + \overline{CW}_c$$

Thông lượng của kênh:

$$Throughput = \frac{8 * Payload\_Size}{Propdelay_c}$$

Thông lượng của kênh qui chuẩn:

$$Normal\_Throughput = \frac{8 * Payload\_Size}{Propdelay_c * R}$$

Hiệu suất sử dụng kênh:

$$\text{Chan\_eff} = \text{Norm\_Throughput} * 100\%$$

Tương tự với 802.11e ta có:

$$\overline{CW}[AC] = \frac{(CW_{\min}[AC] + 2) * T_{Slot}}{2}$$

$$AIFS[AC] = SIFS + AIFSM[AC] * Slot$$

$$\text{Pr opdelay}_s^{bas} = T_{Payload}^s + T_{ACK} + 2 * Air\_Pr op + AIFS[AC] + SIFS + \overline{CW}[AC]$$

Thông lượng của kênh qui chuẩn:

$$\text{Normal\_Throughput} = \frac{8 * \text{Payload\_Size}}{\text{Pr opdelay}_c * R}$$

Hiệu suất sử dụng kênh:

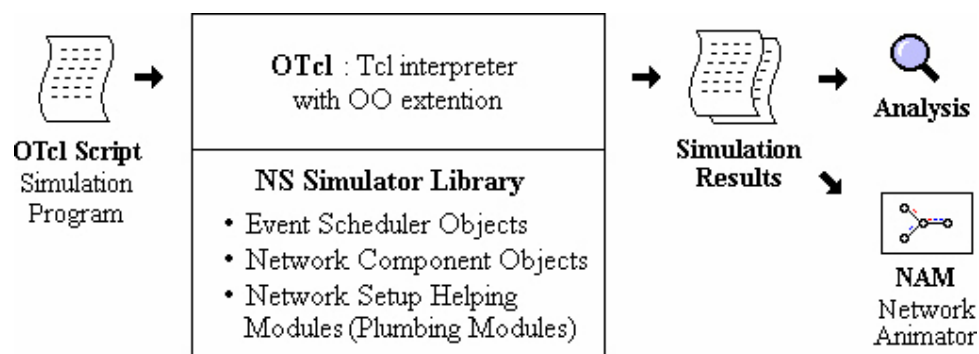
$$\text{Chan\_eff} = \text{Norm\_Throughput} * 100\%$$

## Chương 6

# Các kết quả phân tích và đánh giá

### 6.1 Bộ mô phỏng NS-2

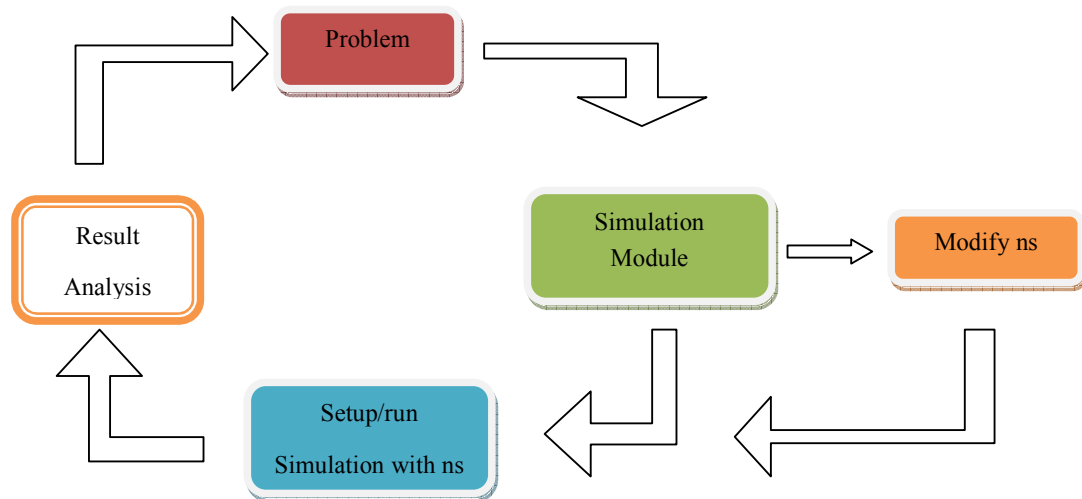
Hệ thống mô phỏng mạng Network Simulator 2 hay còn gọi là NS-2, thường được sử dụng trong công tác nghiên cứu khoa học khi cần khảo sát hoạt động và ứng xử của môi trường mạng máy tính. Đây là một hệ thống lập trình mạng, được phát triển bởi trường đại học Berkeley, California (UCB). NS-2 được xây dựng theo nguyên tắc sự kiện thời gian, hướng đối tượng, mô phỏng hoạt động của hệ thống mạng máy tính. Hệ thống này hỗ trợ các tác tử truyền tin, định tuyến, mạng có dây và không dây... Hệ thống NS-2 được phát triển chủ yếu bằng ngôn ngữ C++ và sử dụng thư viện Otcl như giao diện cấu hình. Điều này xuất phát từ đặc điểm hoạt động với hai chức năng chính của NS-2. Đầu tiên, NS-2 cần phải có khả năng lập trình để xử lý các byte bit, thao tác với các header của packet và thực hiện giải thuật của những giao thức mạng khác nhau. Mặc khác, NS-2 cũng cần một cơ chế giao tiếp linh hoạt để có thể tiếp nhận những script kịch bản, cấu hình, mô phỏng lại quá trình hoạt động của một hệ thống mạng máy tính trong thực tế. Khi đó, sự kết hợp của hai ngôn ngữ C++ và Tcl đáp ứng được đầy đủ cả hai yêu cầu này.



Hình 6-1: Cơ chế hoạt động của NS-2

Trong quá trình hoạt động, NS-2 sử dụng các file script được soạn thảo theo ngôn ngữ Tcl (phải có phần mở rộng là *.tcl*) để thực thi hoạt động của mạng cần mô phỏng. Kết quả thu được sẽ được xuất ra file truy vết (trace file, có đuôi là *.tr*).

Mọi sự kiện kết quả của quá trình mô phỏng đều được ghi lại trong file trace này theo trình tự thời gian. Các kết quả này bao gồm luồng gói tin trao đổi giữa những node mạng và các mốc thời gian liên quan...Ngoài ra quá trình mô phỏng còn được ghi nhận lại ở trong file có phần mở rộng là *.nam* hay còn gọi là file Network Animator. Do đó trong bản thân file *.nam* cũng có chứa các gói tin của NS-2. Mục đích của NS-2 sử dụng file *.nam* để tạo ra những hình ảnh có thể mô phỏng lại quá trình hoạt động và tương tác của đối tượng mạng một cách trực quan và rõ nét hơn. Ví dụ như cấu hình topology của hệ thống mạng, quá trình trao đổi dữ liệu (phương hướng, thứ tự) cũng như nhiều công cụ phân tích dữ liệu được NS-2 tích hợp trong NAM module.



Hình 6-2: Các bước mô phỏng trên NS-2

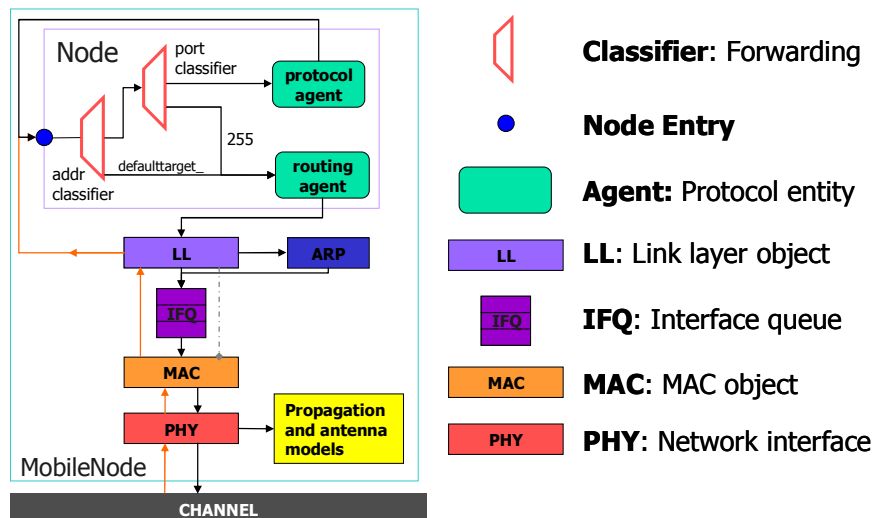
Để quan sát kết quả mô phỏng, chúng ta cần tiến hành phân tích các dữ liệu đã được ghi lại trong file *trace*. Tất cả các dữ liệu thu thập được trong quá trình thực hiện mô phỏng đều được ghi lại ở đây nên khối lượng và chủng loại thông tin khá lớn. Do đó ta cần sử dụng một số phép lọc để trích ra thông tin cần dùng. Ví dụ sử dụng lệnh *grep* trong unix để lọc thông tin:

```
$grep <nội dung cần lọc> <filename.tr> <newfilename.tr>
```

### 6.1.1 Triển khai mạng không dây IEEE 802.11 trong NS-2

Trong NS-2, các nhà nghiên cứu đã xây dựng sẵn môi trường không dây 802.11 với cả hai điều kiện, kết nối với mạng có dây và kết nối giữa các thành phần không dây với nhau. Trong phần luận văn này chúng ta sẽ triển khai việc thực hiện

kết nối giữa mạng không dây với nhau thông qua một node mạng không dây đóng vai trò như Access Point.



Hình 6-3: Các thành phần trong một mô hình node mạng không dây

Trong NS-2 hiện nay để cấu hình cho mạng không dây ta cần thiết lập một vài thông số: đặc tả kênh, radio-propagation, loại anten, loại tầng kết nối, hàng đợi giao tiếp, giao diện mạng, kiểu routing, số lượng node mạng, kích thước gói tin lớn nhất trong hàng đợi.

Ví dụ:

```
set val(chan) Channel/WirelessChannel
set val(prop) Propagation/TwoRayGround
set val(netif) Phy/WirelessPhy
set val(mac) Mac/802_11
set val(ifq) Queue/DropTail/PriQueue
set val(ll) LL
set val(ant) Antenna/OmniAntenna
set val(ifqlen) 50 ;# max packet in ifq
set val(adhocRouting) DSDV
set val(stop) 30.0 ;# simulation time
```

### 6.1.2 Triển khai VoIP trong NS-2

Nhằm kiểm tra hiệu quả của VoIP trong hệ thống mạng IEEE 802.11, chúng ta sẽ tiến hành kiểm thử và đo đạc các số liệu khi tăng dần số lượng các trạm VoIP với lần lượt hai loại codec là G.711 và G.729 theo những trường hợp sau:

➤ Trường hợp 1:

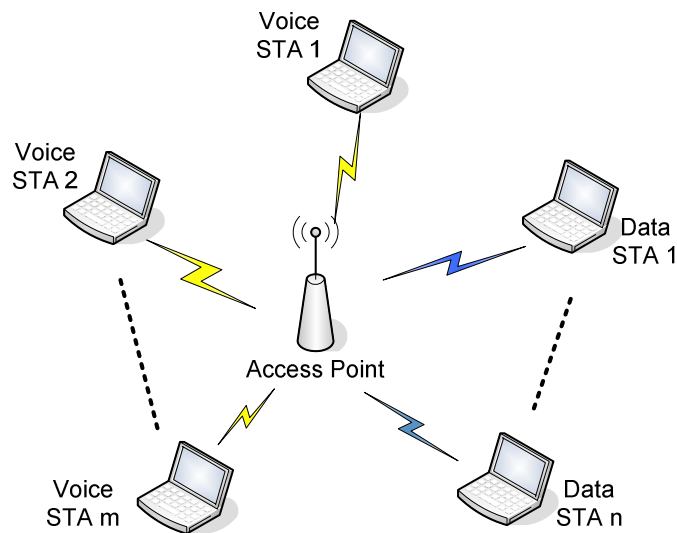
Tất cả các trạm tham gia đều là trạm thoại. Không có một trạm nào thực hiện việc truyền dữ liệu FTP (ở đây ta sử dụng FTP làm đại diện cho dịch vụ truyền dữ liệu theo giao thức TCP).

➤ Trường hợp 2:

Ngoài các các trạm là trạm thoại, có thêm 1 trạm thực hiện việc truyền dữ liệu FTP.

➤ Trường hợp 3:

Ngoài các các trạm là trạm thoại, có thêm 2 trạm thực hiện việc truyền dữ liệu FTP. Tất cả các trạm thoại đều truyền VoIP theo Codec G.729.



Hình 6-4: Cấu hình hệ thống mạng mô phỏng

### 6.2 Kết quả của việc triển khai VoIP trên IEEE 802.11

Trong phần này, tác giả sẽ trình bày các kết quả thực hiện theo từng phần bao gồm 802.11b, chỉ có thoại trong 802.11g, kết nối thoại và kết nối dữ liệu bảo

hoà trong 802.11g và 802.11g+e. Trong đó, tất cả các cuộc gọi VoIP đều sử dụng code đồng nhất như nhau với mọi trạm (G.711 hoặc G.729) như giả thiết ban đầu đặt ra.

### 6.2.1 Thực hiện thoại VoIP với codec G.711

Đầu tiên, chúng ta sử dụng các kết quả của việc phân tích thoại G.711 với mục đích so sánh với kết quả mô phỏng trong NS-2. Kết quả cho thấy:

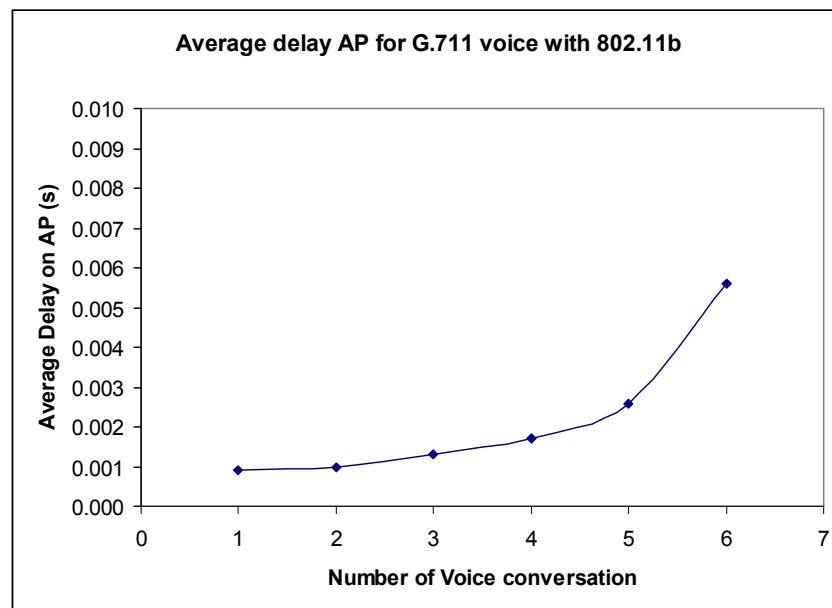
- Dung lượng của G.711 khi sử dụng với 802.11b: tối đa 6 cuộc gọi.
- Dung lượng của G.711 khi sử dụng với 802.11g: tối đa 15 cuộc gọi.

Cả hai kết quả này đều phù hợp với những nghiên cứu của M.Elaoud[10].

#### 6.2.1.1 Kết quả với 802.11b

Trong phần này chúng ta sẽ cùng phân tích những kết quả thu được khi thực hiện VoIP với mạng 802.11b và chứng minh rằng kết quả mà ta có là hoàn toàn tương đương với những kết quả từ những nghiên cứu khác.

Đầu tiên ta thấy với G.711, cứ 10ms mỗi cuộc thoại đều tạo ra 80 bytes dữ liệu. Giá trị thời gian trễ trung bình từ những kết quả mô phỏng sẽ được minh họa trong hình vẽ dưới đây.



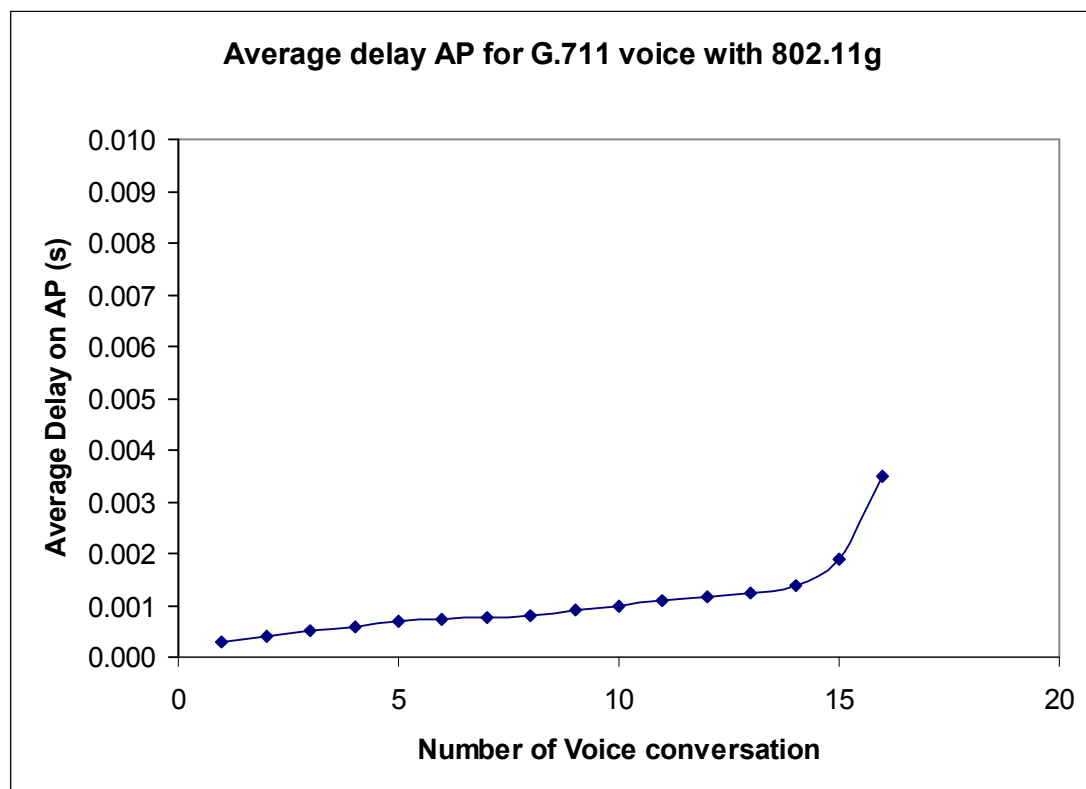
Hình 6-5: Thời gian trễ trung bình tại AP khi sử dụng VoIP codec G.711 trên 802.11b

Để thấy lượng thời gian trễ trung bình thu được tăng dần theo số lượng trạm tham gia thoại. Thời gian này đạt ngưỡng ổn định nhỏ hơn 7ms với số trạm thoại là 6 và tăng đột biến khi số trạm lớn hơn 6.

Kết quả mô phỏng của chúng ta cũng chỉ ra khi số lượng cuộc thoại còn nhỏ hơn 6 thì các chỉ số về số lượng gói tin rớt, jitter, thời gian trễ đều nằm trong giới hạn chấp nhận được. Nhưng khi ta thêm vào cuộc gọi thứ 7 thì cả thời gian trễ và số lượng gói tin rớt đều bị tăng đột biến vượt qua giá trị cho phép ở tại đường downlink từ Access Point tới các máy trạm. Điều này cũng dễ hiểu bởi trong khi mỗi máy trạm chỉ phải truyền tải các gói tin theo kết nối đến AP, thì AP lại phải duy trì truyền tải tới từng máy trạm tham gia kết nối. Do đó, khi đến một ngưỡng nào đó thì kênh truyền của AP không thể đáp ứng được nhu cầu cho các trạm thoại. Với 802.11b và đơn thoại, chúng ta xác định được ngưỡng này là 6 cuộc thoại.

#### 6.2.1.2 Kết quả thực hiện với 802.11g

Tiến hành đo đạc với mạng IEEE 802.11g. Để thời gian trễ tại AP không vượt quá 20ms ta có số cuộc gọi tối đa là 15.



Hình 6-6: Thời gian trễ trung bình tại AP khi sử dụng G.711 với 802.11g

Kết quả này cho thấy dung lượng VoIP của AP khi sử dụng ở chuẩn IEEE 802.11g đã được cải thiện hơn so với 802.11b. Do mục tiêu của chúng ta là tìm hiểu khả năng đáp ứng tối đa của hệ thống WiFi, nên trong phần này chúng ta chỉ tập trung vào mạng 802.11g khi sử dụng ở tốc độ 54Mbps.

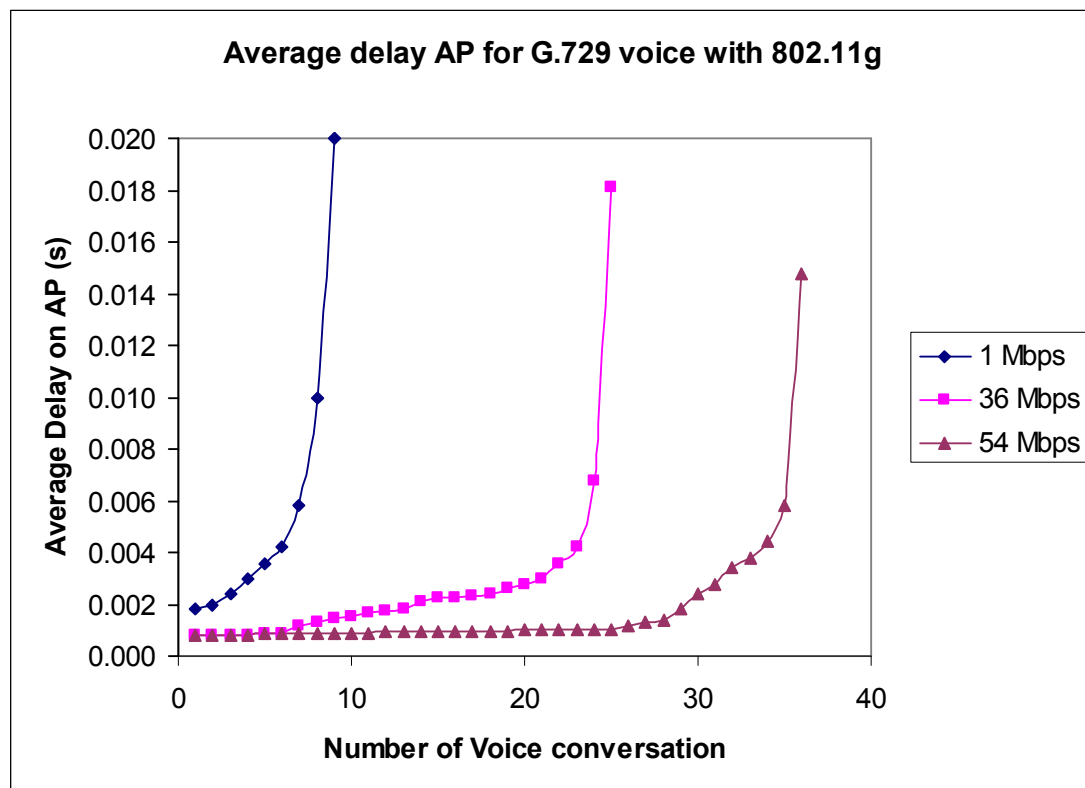
## 6.2.2 Thực hiện thoại VoIP với codec G.729

Với codec G.729, các kết nối thoại tạo ra 20bytes dữ liệu gửi đi trong 20ms theo mỗi hướng của kết nối. Nhiệm vụ của chúng ta cần làm bây giờ là xác định số cuộc gọi tối đa mà hệ thống có thể thực hiện với codec G.729.

### 6.2.2.1 Chỉ thực hiện thoại, không truyền dữ liệu theo TCP

➤ Thực hiện với 802.11g

802.11g có cơ chế hoạt động với nhiều tốc độ từ 1 đến 54 Mbps. Do vậy, dung lượng tối đa của VoIP cũng thay đổi tùy theo tốc độ đường truyền. Nếu lấy thời gian trễ tối đa là 20ms thì ta sẽ có số lượng tối đa các cuộc gọi VoIP theo G.729 lần lượt là 8, 25, 36 tương ứng với các tốc độ truyền 6, 36, 54Mbps như ở hình dưới đây.



Hình 6-7: Thời gian trễ trung bình G.729 khi sử dụng 802.11g

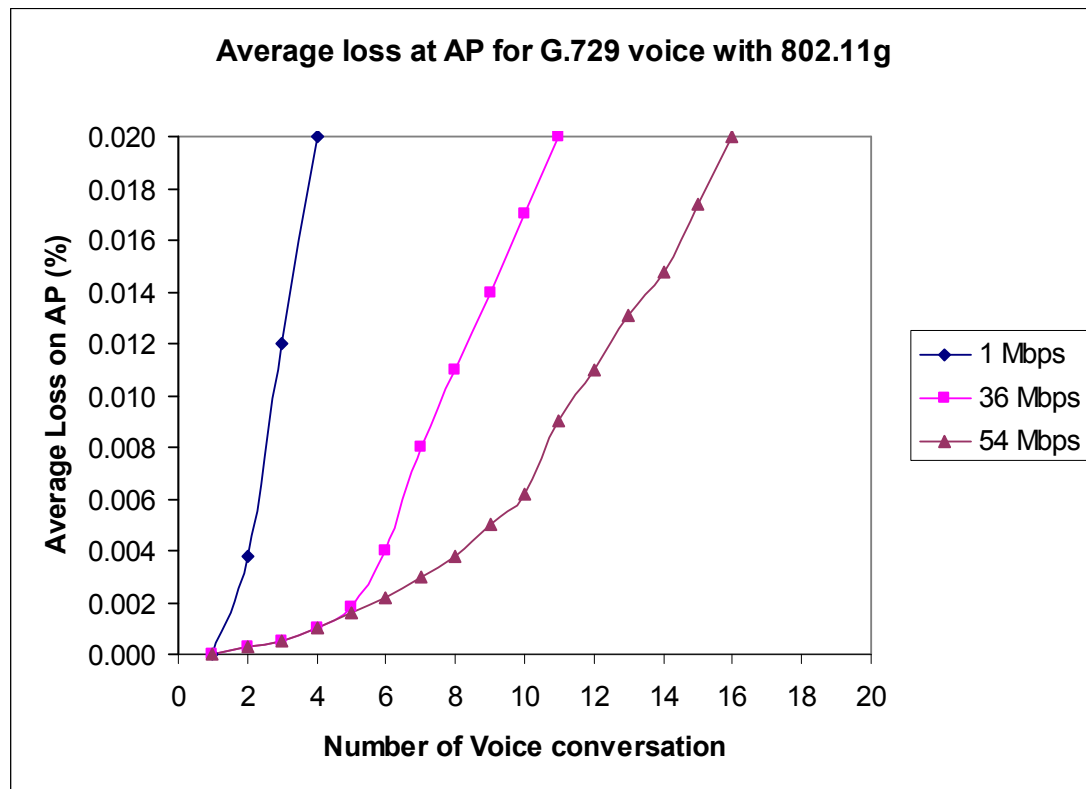
### 6.2.2.2 Thực hiện thoại kết hợp với truyền dữ liệu theo TCP

Bây giờ chúng ta tiếp tục đo đạc thời gian trễ của những gói tin VoIP trong trường hợp có kết nối truyền dữ liệu theo giao thức TCP. Kết quả cho thấy không thể thực hiện song song cùng lúc bất kỳ 1 cuộc thoại VoIP nào trong khi vẫn duy trì việc truyền dữ liệu theo giao thức TCP. Cụ thể như sau: nguồn phát TCP tại AP và nguồn thu ở client. Ứng dụng TCP phía AP sẽ tiếp tục tăng tốc độ truyền tin cho đến khi bộ đệm dữ liệu tại AP bị tràn. Khi đó do phải chia sẻ cùng một hàng đợi nên những gói tin voice gặp phải vấn đề thời gian trễ gia tăng, ngày một lớn. Điều tương tự cũng xảy ra khi có trạng thái bão hoà gây ra bởi việc đẩy các gói tin TCP theo hướng từ máy trạm lên AP. Khi đó tình trạng nghẽn cổ chai sẽ xảy ra vì các gói tin voice sẽ phải chia sẻ đường truyền với vô số gói tin TCP acknowledgement.

## 6.2.3 Thực hiện thoại VoIP với 802.11e

### 6.2.3.1 Chỉ thực hiện thoại, không truyền dữ liệu theo TCP

Để thực hiện VoIP với 802.11, ta thiết lập các tham số khởi tạo cho 802.11e như sau: thời gian backoff khởi tạo được chọn trong tập  $CW_{min} = 4$  và  $CW_{max} = 8$ . Do đó sẽ chỉ có một lần truyền lại duy nhất cho mỗi lần thử truy nhập đường truyền. Khi đó thì tỉ lệ rớt gói sẽ có ảnh hưởng đến chất lượng của cuộc thoại hơn yếu tố thời gian trễ. Hình vẽ dưới đây mô tả tỉ lệ mất gói tại AP khi số lượng kết nối thoại gia tăng với codec G.729.



Hình 6-8: Tỷ lệ rớt gói tại AP khi thực hiện 802.11e theo codec G.729

### 6.2.3.2 Chỉ thực hiện thoại kết hợp truyền dữ liệu theo TCP

Ta đặt giả thiết, kết nối nguồn TCP các gói tin với kích thước 1500 bytes. Những kết quả có được sau khi tiến hành mô phỏng được ghi lại trong 3 bảng dưới đây: số lượng kết nối VoIP và số lượng kết nối TCP phù hợp với nhau theo từng cấu hình tham số cho 802.11e

Trường hợp không có kết nối TCP:

| $CW_{min}/m$ | 1  | 2  | 3  | 4         | 5         | 6         |
|--------------|----|----|----|-----------|-----------|-----------|
| 4            | 11 | 22 | 31 | <u>37</u> | <u>38</u> | <u>38</u> |
| 8            | 16 | 29 | 36 | 36        | 36        | 36        |
| 16           | 22 | 34 | 34 | 34        | 34        | 34        |

Bảng 6-1: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi không có kết nối TCP

Nhận xét: dựa vào bảng trên ta thấy  $CW_{min}=4$  và  $m=5$  hoặc  $6$  là cấu hình tối ưu

Trường hợp có 1 kết nối TCP:

| $CW_{\min}/m$ | 1 | 2  | 3  | 4         | 5         | 6         |
|---------------|---|----|----|-----------|-----------|-----------|
| 4             | 0 | 11 | 23 | <u>31</u> | <u>32</u> | <u>32</u> |
| 8             | 0 | 14 | 25 | 25        | 25        | 25        |
| 16            | 0 | 15 | 17 | 17        | 17        | 17        |

Bảng 6-2: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi có 1 kết nối TCP

Nhận xét: dựa vào bảng trên ta thấy  $CW_{\min}=4$  và  $m=5$  hoặc 6 là cấu hình tối ưu.

Trường hợp có 2 kết nối TCP:

| $CW_{\min}/m$ | 1 | 2 | 3  | 4         | 5         | 6         |
|---------------|---|---|----|-----------|-----------|-----------|
| 4             | 0 | 4 | 17 | <u>26</u> | <u>28</u> | <u>28</u> |
| 8             | 0 | 5 | 18 | 19        | 19        | 19        |
| 16            | 0 | 5 | 11 | 11        | 11        | 11        |

Bảng 6-3: Số lượng kết nối tối đa cho G.729 khi có 2 kết nối TCP.

Tổng kết cả 3 bảng số liệu trên ta rút ra nhận xét cấu hình tối ưu cho hệ thống 802.11e phục vụ cho VoIP là:  $CW_{\min}=4$  và  $m \geq 6$ .

### 6.3 Kết chương

Với những kết quả thu thập được từ việc phân tích, mô phỏng hệ thống mạng ta có được những số liệu sau:

1. Mạng 802.11b:

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 6 (với codec G.711).

2. Mạng 802.11g:

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 34 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có ứng dụng truyền dữ liệu TCP song hành (ví dụ FTP) thì không nên thực hiện bất kỳ 1 cuộc gọi VoIP nào cả.

3. Mạng 802.11e với các tham số mặc định ( $CW_{min}=16$ ,  $m=5$ ):

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 11 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có ứng dụng truyền dữ liệu TCP: không thực hiện VoIP

4. Mạng 802.11e với các tham số đã được tối ưu ( $CW_{min}=2$ ,  $m=6$ ):

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 38 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có 1 hoặc 2 ứng dụng truyền dữ liệu TCP: 36 hoặc 34 cuộc gọi G.729.

Kết quả thu được cho ta thấy cần thiết phải có các cơ chế khác đảm bảo cho các cuộc gọi thoại khi có mặt kết nối TCP như hiện nay. Thậm chí ngay cả khi tất cả các trạm đều thực hiện chuẩn 802.11e thì những cơ chế bổ sung như admission control và traffic shaping vẫn là rất cần thiết để bảo vệ các kết nối thoại

Tuy nhiên may mắn là những thay đổi đó không cần thiết phải tiến hành ở tất cả các trạm. Tiến hành những cải tiến tại Access Point cũng đủ để bảo vệ dịch vụ thoại trong trường hợp miền single domain (sử dụng truyền thông trực tiếp giữa AP và Station). Ví dụ một sự thực hiện cơ chế admission control và traffic shaping ở AP sẽ rất hiệu quả để điều khiển tất cả luồng dữ liệu trong miền single domain.

Có thể tham khảo những lược đồ admission control cho mạng có dây được miêu tả trong tài liệu [11]. Ứng dụng thoại được thay đổi để trước khi một cuộc gọi được thiết lập, ứng dụng đầu tiên phải truyền đi những gói tin thăm dò (trial) mà có những đặc tính giống như những gói tin được sử dụng trong cuộc gọi. AP được thay đổi để những gói tin thăm dò này bị bỏ đi khi trễ của các luồng thoại tới AP vượt ngưỡng (20ms). Gói tin thăm dò này tồn tại trong thời gian ngắn khoảng 1s hoặc đến khi nhận được thông báo rằng 1 gói tin đã bị bỏ đi hay bị rút. Ở cuối chu kỳ thăm dò, nếu không có gói tin nào bị dứt thì cuộc gọi được chấp nhận. Nếu khác đi thì cuộc gọi bị dừng và rồi được thử kết nối lại. Sự thành công trong chu kỳ thăm dò sẽ đảm bảo chất lượng của luồng thoại được chấp nhận. Lược đồ này yêu cầu một số thay đổi trong các ứng dụng thoại và AP nhưng vẫn đảm tính tương thích với các thiết bị Wifi phổ biến đã có ngoài thị trường.

Để giới hạn luồng dữ liệu trong một miền mạng đơn IBSS, ta chỉ cần thực hiện traffic shaping ở AP. Chúng ta dựa vào giải thiết rằng các luồng dữ liệu sử dụng TCP khi kết nối với AP. Luồng gói tin nhận về (downstream - từ AP đến client) sẽ tạo ra và một luồng upstream TCP ACK, và luồng downstream ACK sẽ sinh ra ít nhất 2 luồng dữ liệu gửi đi. Sau đó bằng việc điều khiển luồng dữ liệu nhận về, chúng ta có thể điều khiển luồng dữ liệu gửi đi. Qua traffic shaping, AP sẽ điều khiển dung lượng của luồng dữ liệu truyền đi qua kênh wireless nhằm đảm bảo cho chất lượng của traffic thoại

Những lược đồ được nêu trên đều có thể thực hiện được với các thiết bị WiFi bình thường và các trạm chưa hỗ trợ chuẩn 11e.

## Chương 7

# Tổng kết

### 7.1 Tổng kết

Trên mạng WLAN, cơ chế giải quyết truy nhập phương tiện truyền thông 802.11 MAC không có khả năng hỗ trợ những ứng dụng đa phương tiện luôn đòi hỏi đảm bảo về chất lượng dịch vụ (QoS) cho những yêu cầu về tính ổn định, thời gian và độ tin cậy về truyền dữ liệu. Việc thiếu khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ trong 802.11 tạo ra một khiếm khuyết lớn khi ta muốn triển khai những ứng dụng truyền thông đa phương tiện hiện đại trên nền công nghệ mạng không dây 802.11. Với những đòi hỏi cấp thiết như vậy, đã có khá nhiều nghiên cứu hướng vào việc tạo ra khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ cho 802.11 WLAN. Hiện nay cộng đồng IEEE 802.11 Working Group đã đề xuất một phiên bản cải tiến cho 802.11 – phiên bản 802.11e – có khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Với cơ chế truy nhập phương tiện Enhanced Distributed Channel Access (EDCA), phiên bản 802.11e đã có sự phân biệt loại dữ liệu bằng cách gán cho mỗi loại một mức ưu tiên tùy theo yêu cầu chất lượng dịch vụ của lưu lượng. Mỗi mức ưu tiên sẽ sử dụng một tập các tham số tác động vào quá trình truy nhập đường truyền. Bằng cách này, 802.11e có thể cung cấp được khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ dựa trên việc phân phối truy nhập đường truyền. Với phiên bản này, IEEE 802.11e hỗ trợ QoS bằng cách đưa ra các phương thức cung cấp khả năng phục vụ với sự phân biệt theo loại lưu lượng. Phiên bản cũng định nghĩa ra bốn loại truy cập Access Category (AC): AC\_BK, AC\_BE, AC\_VI, AC\_VO tương ứng với bốn loại lưu lượng lần lượt Background, Best Effort, Video và Voice. Ở những tầng trên của tầng MAC, mỗi khung tin của một luồng lưu lượng sẽ được đánh cho một mức ưu tiên được gọi là User Priority (UP) có giá trị từ 0 đến 7. Ở tầng MAC, các mức ưu tiên này sẽ được ánh xạ vào một trong bốn Access Category. Với mỗi Access Category sẽ có một khối chức năng EDCAF đảm nhiệm (đây là một phiên bản cải tiến của DCF) việc phân tranh đường truyền theo một tập các tham số cấu hình

Bên cạnh đó, để áp dụng hiệu quả mạng WLAN cho ứng dụng multimedia thì vẫn cần có những nghiên cứu chỉ ra được những tác động và năng lực của hệ thống khi triển khai với những loại ứng dụng đa phương tiện có đặc thù riêng biệt.

Ví dụ ứng dụng VoIP với tính năng đòi hỏi tương tác cao, hai chiều nhưng đơn “phương tiện” chỉ có thoại.

Xuất phát từ những lí do như vậy nghiên cứu đã tập trung vào khảo sát hiệu quả của chất lượng dịch vụ trên nền 802.11 với những tiêu chí sau:

- Khảo sát hiệu năng chất lượng dịch vụ với mạng 802.11 thường khi chưa có hỗ trợ chất lượng dịch vụ.

- Khảo sát hiệu năng chất lượng dịch vụ với mạng 802.11e có hỗ trợ chất lượng dịch vụ

- Khảo sát hiệu năng chất lượng dịch vụ riêng cho ứng dụng thời gian thực mà ta lấy VoIP làm đối tượng nghiên cứu. Việc khảo sát được tiến hành ở cả hai hệ thống WLAN IEEE 802.11 thông thường và hệ thống WLAN có hỗ trợ 802.11e

Với những kết quả thu thập được từ việc phân tích, mô phỏng hệ thống mạng ta có được những số liệu sau:

1. Mạng 802.11b:

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 6 (với codec G.711).

2. Mạng 802.11g:

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 34 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có ứng dụng truyền dữ liệu TCP song hành (ví dụ FTP) thì không nên thực hiện bất kỳ 1 cuộc gọi VoIP nào cả.

3. Mạng 802.11e với các tham số mặc định ( $CW_{min}=16$ ,  $m=5$ ):

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 11 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có ứng dụng truyền dữ liệu TCP: không thực hiện VoIP

4. Mạng 802.11e với các tham số đã được tối ưu ( $CW_{min}=2$ ,  $m=6$ ):

Trường hợp không có ứng dụng truyền dữ liệu thông thường, thì số cuộc gọi VoIP tối đa là: 38 cuộc gọi (Với codec G.729)

Trường hợp có 1 hoặc 2 ứng dụng truyền dữ liệu TCP: 36 hoặc 34 cuộc gọi G.729.

## ***7.2 Định hướng nghiên cứu tiếp theo***

Trong tương lai, tác giả hi vọng triển khai tiếp tục phần khảo sát mạng hệ thống WLAN với các ứng dụng multimedia khác như MPEG-4 Streaming và MP3 streaming. Để từ đó có thể xây dựng được tập hợp dữ liệu hoàn chỉnh cho việc thống kê hiệu suất ứng dụng đường truyền, sau đó dựa vào những thống kê này áp dụng vào những thuật giải Admission Controll và Traffic Shapping nhằm nâng cao hiệu suất chất lượng dịch vụ trên mạng không dây Wireless Lan gần với mạng có dây Wired LAN.

## Các từ viết tắt và thuật ngữ

| Từ viết tắt | Nghĩa đầy đủ                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IEEE        | Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 802.11      | Còn được gọi là IEEE 802.11, tập các đặc tả về dịch vụ, kỹ thuật cho hệ thống mạng cục bộ không dây của IEEE                                                                                                                                                                                             |
| QoS         | Quality of Service                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| WLAN        | Wireless Local Area Network                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| VoIP        | Voice Over IP                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| NAV         | Network Allocation Vector                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Backoff     | Khi gặp xung đột, đối tượng sẽ đợi sau một khoảng thời gian nhất định được gọi là backoff, sau thời gian backoff này hệ thống sẽ kiểm tra lại và với thời gian chờ được lấy ngẫu nhiên dựa trên thuật toán backoff. Nó chống lại toàn bộ các đối tượng yêu cầu truyền tin trong lúc đang xảy ra xung đột |
| IFS         | Inter Frame Space                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## Tài liệu tham khảo

- [1] Giuseppe Bianchi, *Performance Analysis of IEEE 802.11 DCF*, 2000
- [2] *A Technical Tutorial IEEE 802.11 Standard*, [www.breeze.com](http://www.breeze.com)
- [3] A. Veres, A. T. Campbell, M. Barry, *Supporting service differentiation in wireless packet networks using distributed control*, *IEEE Journal on Selected Areas of Communication*, Oct. 2001.
- [4] N. Hedge, A. Proutiere, and J. Roberts, *Evaluating the voice capacity of 802.11 WLAN under distributed control*, in Proc. LANMAN, 2005.
- [5] Jessica M. Yeah, *Performance of Voice and Data Transmission Using IEEE 802.11 MAC protocol*, MIT June 2002.
- [6] M. Ergen and P. Varaiya, Us Berkeley, *Throughput Formulation and WLAN Optimization in Mixed Data Rates for IEEE 802.11 DCF Mode*.
- [7] W. Stallings, *Wireless Communications and Networks*, First edn, Prentice Hall, 2002.
- [8] W. Stallings, *Data Communications*, Seventh edn, Pearson Prentice Hall, 2004.
- [9] Rajeev Shorey, A. Ananda, Mun Choon Chan, Wei Tsang Ooi, *Mobile, Wireless, and Sensor Networks: Technology, Applications, and Future Directions*, 2006, Wiley
- [10] M. Elaud, *Voice capacity in IEEE 802.11 network*, in Proc, IEEE PIMRC, 2004
- [11] R. J. Gibbens and F. P. Kelly, *Distributed connection acceptance control for a connectionless network* <http://www.statslab.cam.ac.uk/~frank/dcac.html>
- [12] Xiao, Y. & Rosdahl, J. 2002, *Throughput and Delay Limits of IEEE 802.11*, IEEE Communications Letters, Retrieved: 16 April 2003.
- [13] Chatzimisios, P., Boucouvalas, A. C. & Vitsas, V., *Packet Delay Analysis of IEEE 802.11 MAC Protocol*. IEEE Letter 2003
- [14] Choi, S., del Prado, J., N Shakar, S. & Mangold, S. 2003, *'IEEE 802.11e Contention-Based Channel Access (EDCF) Performance Evaluation*, IEEE 2003
- [15] Ns-Manual, Available: [www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html](http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-documentation.html)
- [16] NS by Example <http://nile.wpi.edu/NS/>
- [17] Mangold, S., Choi, S., Hiertz, G., Klein, O. & Walke, *Analysis of 802.11e for QoS Support in Wireless LANs*, 2006
- [18] Zhu, H. & Chlamtac, I. 2003, *An Analytical Model for IEEE 802.11e EDCF Differential Service* [www.utdallas.edu/~zhuhua/publications/icccn03.pdf](http://www.utdallas.edu/~zhuhua/publications/icccn03.pdf)
- [19] Wiethölter, S. & Hoene, C., *An IEEE 802.11e EDCF and CFB Simulation Model for ns-2.26* [http://www.tkn.tu-berlin.de/research/802.11e\\_ns2/](http://www.tkn.tu-berlin.de/research/802.11e_ns2/)