

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
-----0o0-----

LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH VÀ
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ
CHO CÁC MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY
DỰA TRÊN CHUẨN IEEE 802.11**

BÙI NGỌC ANH

BÙI NGỌC ANH

CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

2004-2006

**Hà nội
2006**

Hà Nội 2006

Mục lục

Mục lục.....	1
Danh mục một số từ viết tắt.....	3
Danh mục hình vẽ.....	5
Chương I. Mở đầu.....	6
1.1. Lý do chọn đề tài.....	6
1.2. Mục đích của luận văn.....	8
1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	8
1.4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	9
1.5. Nội dung của luận văn.....	9
Chương II. Tổng quan về mạng cục bộ không dây.....	10
2.1. Khái niệm về mạng cục bộ không dây (WLAN).....	10
2.2. Một số đặc điểm chính và ưu nhược điểm của mạng cục bộ không dây.....	11
2.2.1. Đặc điểm.....	11
2.2.2. Ưu điểm.....	12
2.2.3. Nhược điểm.....	12
2.3. Lịch sử phát triển của mạng cục bộ không dây.....	14
2.4. Chế độ hoạt động của hệ thống mạng cục bộ không dây:.....	21
2.4.1. Chế độ làm việc ngang hàng – Ad-hoc mode.....	21
2.4.2. Chế độ làm việc cơ sở hạ tầng – Infrastructure mode.....	22
Chương III. Kỹ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng truyền thống.....	24
3.1. Khái niệm về chất lượng dịch vụ (QoS).....	24
3.2. Những tiêu chí đánh giá chất lượng dịch vụ.....	28
3.2.1. Trễ.....	29
3.2.2. Biến thiên trễ.....	30
3.2.3. Tồn thất gói tin.....	32
3.3. Các ứng dụng đòi hỏi phải đảm bảo chất lượng dịch vụ.....	33
3.4. Các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ.....	33
Chương IV. Tổng quan về chuẩn IEEE 802.11 và vấn đề đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây.....	35
4.1. Tổng quan về chuẩn IEEE 802.11.....	35
4.1.1. Các chuẩn con trong 802.11.....	37
4.1.1.1. IEEE 802.11b.....	39
4.1.1.2. IEEE 802.11a.....	39
4.1.1.3. IEEE 802.11g.....	40
4.1.1.3. IEEE 802.11i.....	41
4.1.1.4. Các chuẩn khác của IEEE 802.11.....	41
4.1.2. Vấn đề về phân chia kênh và tương tích trên phạm vi quốc tế.....	41
4.2. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ ban đầu của bộ giao thức IEEE 802.11.....	43
4.2.1. Hàm điều phối phân tán (DCF).....	43
4.2.2. Hàm điều phối điểm (PCF).....	43
4.3. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ cải tiến 802.11e.....	44
4.3.1. Hàm điều phối phân tán cải tiến (EDCF).....	44

4.3.2. Hàm điều phối quản lý truy cập kênh (HCCA)	45
4.4. Các đặc tả khác của 802.11e	45
4.4.1. APSD.....	46
4.4.2. BA	46
4.4.3. DLS	46
Chương V. Các kĩ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây.....	47
5.1. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ mạng không dây ban đầu của bộ chuẩn IEEE 802.11	47
5.1.1. DCF	48
5.1.2. PCF.....	51
5.2. Các hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của 802.11 MAC	54
5.2.1. Hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của DCF	55
5.2.2. Hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của PCF	58
5.3. Các lược đồ hỗ trợ chất lượng dịch vụ cải tiến cho 802.11 MAC	59
5.3.1. Lược đồ cải tiến dựa trên sự phân loại dịch vụ.....	60
5.3.1.1. Các loại lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên trạm.....	61
5.3.1.1.1. Lược đồ AC.....	61
5.3.1.1.2. Lược đồ DFS.....	63
5.3.1.1.3. Lược đồ VMAC	64
5.3.1.1.4. Lược đồ Blackburst.....	65
5.3.1.1.5. Lược đồ DC.....	66
5.3.1.1.6. Bảng so sánh giữa các lược đồ.....	68
5.3.1.2. Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên trạm sử dụng PCF cải tiến	70
5.3.1.3. Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên hàng đợi sử dụng DCF cải tiến trên mỗi luồng	70
5.3.1.3.1. Lược đồ EDCF	71
5.3.1.3.2. Lược đồ AEDCF	72
5.3.1.4. Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên hàng đợi sử dụng HCF.....	72
5.3.2. Các lược đồ cải tiến dựa trên quản lý lỗi	73
5.3.2.1. Cơ chế tự động lặp lại yêu cầu (ARQ).....	73
5.3.2.2. Cơ chế sửa lỗi dựa trên sự chuyển tiếp (FEC).....	75
5.3.2.3. Lược đồ lai FEC-ARQ.....	75
5.4. Chuẩn chất lượng dịch vụ cải tiến IEEE 802.11e	76
5.4.1. Hàm điều phối lai (HCF)	76
5.4.1.1. Hàm điều phối phân tán cải tiến (EDCF).....	77
5.4.1.2. HCF điều khiển truy cập kênh	80
5.4.2. Giao thức liên kết trực tiếp (DLP)	83
5.4.3. Xác nhận khối (BlockAck)	83
Chương VI. Đánh giá thử nghiệm, kết luận và những đề xuất trong tương lai	85
6.1. Đánh giá các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ mạng không dây dựa trên ứng dụng mô phỏng ns-2.....	85
6.2. Nhận xét về tình huống áp dụng các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ.....	92
6.3. Kết luận và các đề xuất kiến nghị trong tương lai	98
Tài liệu tham khảo.....	100

Danh mục một số từ viết tắt

BCVT (Bưu chính viễn thông)

Backoff Factor : hệ số truyền lại

BSS (Basic Service Set)

BSA (Basic Service Area)

CFP (Contention Free Period) : khoảng không xung đột

CNTT (Công nghệ thông tin)

CP (Contention Period) : khoảng xung đột

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance): đa truy cập cảm nhận sóng mang có xử lý xung đột

CTS (Clear To Send)

CW (Contention Window) : dải tranh chấp / cửa sổ tranh chấp

DCF (Distributed Coordination Function): hàm điều phối phân tán

DFS (Distributed Fair Scheduling)

DiffServ (Differentiation Service)

DIFS (Distributed InterFrame Space) : khoảng không liên khung phân tán

EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)

FIFO (First-In/First-Out)

HCCA (HCF Controlled Channel Access)

IFS (InterFrame Space) : khoảng không liên khung

IntServ (Integrated Service)

ISM band (Industrial, Scientific and Medical band) : băng tần dành riêng cho các lĩnh vực công nghiệp, khoa học và y tế

Jitter : biến thiên trễ

MAC (Medium Access Control): quản lý truy cập đường truyền

MDQ (Modified Dual Queue)

NRT (Non-Real-Time) : phi thời gian thực

OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) : một kỹ thuật truyền tải dựa trên ý tưởng multiplexing theo tần số (Frequency-Division Multiplexing - FDM). Trong kỹ thuật FDM, nhiều tín hiệu được gửi đi cùng một lúc nhưng trên những tần số khác nhau. Còn trong kỹ thuật OFDM, chỉ có một thiết bị truyền tín hiệu trên nhiều tần số độc lập (từ vài chục cho đến vài ngàn)

PC (Point Coordinator) : điểm điều phối

PCF (Point Coordination Function): hàm điều phối điểm

PIFS (PCF InterFrame Space)

QoS (Quality of Service) : chất lượng dịch vụ

RT (Real-Time) : thời gian thực

RTS (Request To Send)

RRP (Round-Robin Polling) : kiểm soát vòng luân chuyển

VoIP (Voice Over IP)

WLAN (Wireless Local Area Network): mạng cục bộ không dây

Wi-Fi (Wireless Fidelity) : Tên thương mại cho các bộ tiêu chuẩn về tính tương thích của sản phẩm sử dụng cho mạng nội bộ không dây. Nó cho phép các thiết bị di động như máy tính xách tay và PDA kết nối với mạng nội bộ, nhưng hiện thường được sử dụng để truy cập Internet, gọi điện thoại VoIP không dây.

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) : WiMAX tương tự như Wi-Fi về khái niệm nhưng có một số cải tiến nhằm nâng cao hiệu suất và cho phép kết nối ở những khoảng cách xa hơn.

Danh mục hình vẽ

Hình 1. Một đoạn quảng cáo cho ứng dụng điện báo không dây	15
Hình 2. Thiết bị liên lạc không dây sử dụng sóng radio của cảnh sát vào năm 1925	16
Hình 3. Thiết bị điện thoại di động cầm tay đầu tiên của hãng Ericsson giới thiệu năm 1987	18
Hình 4. Chế độ ad-hoc trong các hệ thống mạng cục bộ không dây	22
Hình 5. Chế độ infrastructure trong các hệ thống mạng cục bộ không dây	23
Hình 6. Xu hướng hội tụ về công nghệ truyền dẫn dựa trên nền IP và vấn đề về QoS .	25
Hình 7. Các khía cạnh khác nhau trong định nghĩa chất lượng dịch vụ	26
Hình 8. Ánh xạ giữa IEEE 802.11 và mô hình OSI 7 tầng	36
Hình 9. Các giao thức sử dụng trong hệ thống mạng cục bộ không dây dựa trên chuẩn IEEE 802.11 của tầng vật lý (PHY layer) và tầng con điều khiển truy cập môi trường truyền (MAC layer)	37
Hình 10. Lược đồ điều khiển truy cập cơ bản DCF của CSMA/CA.	49
Hình 11. Lược đồ truy cập RTS/CTS.	50
Hình 12. Chu trình PCF và DCF	52
Hình 13. Thông lượng và hiệu năng trễ của DCF	57
Hình 14. Sự phân loại dịch vụ của các lược đồ dựa trên sự phân loại	61
Hình 15. EDCF đề xuất bởi 802.11e	78
Hình 16. Mối quan hệ giữa EDCF và truy cập kênh IFS	79
Hình 17. Một mốc chu kỳ 802.11e HCF thông thường.	81
Hình 18. So sánh các lược đồ hỗ trợ chất lượng dịch vụ khác nhau sử dụng trong mạng cục bộ không dây dựa trên các tiêu chí: thông lượng , sử dụng môi trường lan truyền, trễ truy cập trung bình	88
Hình 19. Tỷ lệ va chạm của các cơ chế	89
Hình 20. Phân phối trễ tích lũy.	91
Hình 21. Hiệu năng về thông lượng và trễ của lược đồ EDCF	94
Hình 22. So sánh tổng goodput giữa EDCF và DCF	95
Hình 23. Trễ trung bình của âm thanh, CBR video giữa EDCF và HCF	97

Chương I. Mở đầu

1.1. Lý do chọn đề tài

Cùng với sự phát triển của nền công nghệ thông tin, nhu cầu về nâng cao chất lượng dịch vụ cho các hệ thống mạng, đặc biệt là các hệ thống mạng cục bộ không dây (Wireless LAN – WLAN) ngày càng được quan tâm. Mạng không dây với nhiều ưu điểm như khả năng triển khai dễ dàng, thuận tiện, tiết kiệm thời gian và tiền bạc đang được các tổ chức và doanh nghiệp quan tâm. Các điểm truy cập Internet không dây nở rộ ở Việt Nam không chỉ trong các tập đoàn, tổng công ty, doanh nghiệp lớn mà ta có thể dễ dàng tìm thấy cả trong những quán cafe Wi-Fi, nhà hàng, khách sạn chứng tỏ tính ưu việt của nó so với các hệ thống mạng có dây truyền thống.

Mạng cục bộ không dây (WLAN), còn gọi là mạng Wi-Fi, không còn là lãnh địa riêng cho máy tính xách tay hay thiết bị trợ giúp cá nhân số (PDA) nữa. Với sự phát triển nhanh chóng về công nghệ, giờ đây người dùng tại Việt Nam có thể kết nối Internet miễn phí bằng ĐTDĐ, Pocket PC và các thiết bị trợ giúp cá nhân thông qua Wi-Fi. Đây là một lĩnh vực đầy tiềm năng và được dự báo sẽ tăng trưởng cao trong các năm tới. Theo tạp chí TechWorld (Mỹ), thị trường Wi-Fi sẽ tăng gấp ba trong 4 năm tới. Lượng chipset dùng cho mạng cục bộ không dây được xuất xưởng sẽ tăng từ 140 triệu năm 2005 lên 430 triệu vào 2009. Theo hãng nghiên cứu In-Stat, động lực chính cho sự tăng trưởng này là nhu cầu dùng máy tính di động, bộ định tuyến không dây và các cổng kết nối gia đình.

"Trong 5 năm qua, thị trường thiết bị mạng không dây cục bộ được thúc đẩy chủ yếu bởi các sản phẩm truyền thống và tính năng Wi-Fi nhúng trong máy tính di động", Gemma Tedesco, chuyên gia phân tích của In-Stat, cho biết. "Tuy nhiên, thực tế đang có sự chuyển biến mạnh mẽ với sự xuất hiện ngày càng nhiều các loại sản phẩm mới như máy chơi game dạng console hoặc dạng bỏ túi, điện thoại và máy in di động".

Tổng doanh số chipset mạng không dây năm ngoái được ước tính đạt khoảng 1 tỷ USD với ba nhà cung cấp hàng đầu là Broadcom, Atheros và Intel. In-Stat cho rằng, trong năm 2007 và 2008, mảng thị trường điện thoại di động sẽ tăng trưởng mạnh nhờ xu hướng tích hợp tính năng Wi-Fi trong các sản phẩm này.

Tuy nhiên, hệ thống mạng không dây cục bộ cũng có những đặc điểm khác quan khiến cho việc đảm bảo chất lượng cho dịch vụ gặp nhiều khó khăn hơn so với các hệ thống mạng có dây truyền thống. Sự xã hội hóa công nghệ thông tin cũng khiến các dịch vụ trước đây tưởng như xa xỉ cũng dần trở nên phổ biến và được triển khai đại trà, nhất là những dịch vụ đòi hỏi truyền ở thời gian thực như voice, audio, video, VoIP...

Như vậy bên cạnh xu hướng xã hội hoá ứng dụng của công nghệ thông tin và ứng dụng công nghệ thông tin vào mọi mặt của cuộc sống, một yêu cầu tất yếu nảy sinh là phải làm sao kiểm soát và đảm bảo được chất lượng dịch vụ mạng đã cung cấp. Theo thông tin trên tạp chí Bưu chính viễn thông số 22 năm 2006 đăng tải tại địa chỉ: http://www.vnpost.mpt.gov.vn/bao_2006/so22/thoisu/t2b3.htm, Bộ Bưu chính Viễn thông (BBCVT) và Công nghệ thông tin (CNTT) đã công bố một số loại dịch vụ viễn thông bắt buộc phải quản lý chất lượng bao gồm: dịch vụ điện thoại trên mạng điện thoại công cộng; dịch vụ điện thoại di động mặt đất công cộng; dịch vụ truy nhập Internet gián tiếp qua mạng điện thoại công cộng; dịch vụ kết nối Internet; dịch vụ truy nhập Internet ADSL; dịch vụ điện thoại trên mạng vô tuyến nội thị công cộng PHS. Sáu loại hình dịch vụ trên bắt buộc phải quản lý chất lượng theo Dự thảo quy định về quản lý chất lượng dịch vụ, mạng viễn thông thay thế cho Quyết định số 177/2003/QĐ-BBCVT đang được Bộ BCVT soạn thảo.

Chính do những nhận định trên, việc nghiên cứu tìm hiểu các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ cũng như các cơ chế giám sát đánh giá chất lượng dịch vụ vừa là yêu cầu vừa là động lực để tôi quyết định lựa chọn đề tài “Nghiên cứu phương pháp

phân tích và đánh giá chất lượng dịch vụ cho mạng không dây cục bộ dựa trên chuẩn IEEE 802.11”.

1.2. Mục đích của luận văn

Nghiên cứu lịch sử phát triển của mạng cục bộ không dây. Tìm hiểu các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ cho các hệ thống mạng không dây từ đó đưa ra được các ưu nhược điểm của từng cơ chế. Từ các nhận định về mặt lý thuyết nêu trên, tiến hành kiểm nghiệm lại bằng cách sử dụng phần mềm ns-2 mô phỏng hoạt động hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Áp dụng các kết quả thu được từ thực nghiệm từ đó đưa ra các chiến lược sử dụng các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ phù hợp cho các hệ thống mạng không dây trong các tình huống khác nhau.

1.3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ của các hệ thống mạng cục bộ không dây bao gồm DCF, PCF, EDCF, Blackburst.... Sau khi tìm hiểu, tôi nhận thấy rằng đối với các hệ thống mạng cục bộ không dây, chỉ có hai tầng dưới cùng trong mô hình 7 tầng OSI là có sự khác biệt so với các hệ thống mạng cục bộ dùng dây (Ethernet). Ngay cả trong tầng liên kết dữ liệu (Data Link), chỉ có tầng con quản lý truy cập môi trường lan truyền (MAC) là có sự thay đổi, tầng LLC (Logical Link Control) vẫn được giữ nguyên. Từ tầng mạng trở lên trong mô hình 7 tầng OSI, các cơ chế và giao thức vẫn được giữ nguyên như đối với Ethernet. Bản thân hai tầng dưới cùng lại có ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây và thực tế chủ yếu các nghiên cứu đảm bảo chất lượng dịch vụ của hệ thống mạng cục bộ không dây đều tập trung nghiên cứu các cơ chế thực thi trên hai tầng này. Do vậy, dù đề tài là nghiên cứu các phương pháp đảm bảo và đánh giá chất lượng dịch vụ cho mạng cục bộ không dây nhưng thực chất là nghiên cứu và đánh giá các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ cho các hệ thống mạng cục bộ không dây thực hiện trên tầng con quản lý truy cập môi trường lan truyền (MAC) của tầng liên kết dữ liệu (Data Link).

1.4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

Nghiên cứu và đề xuất phương pháp phân tích và đánh giá chất lượng dịch vụ thích hợp của các hệ thống mạng cục bộ không dây dựa trên chuẩn 802.11. Với mỗi phương pháp nêu ra các đặc điểm, ưu nhược điểm và các tình huống nên áp dụng để có hiệu quả nhất.

Kết quả nghiên cứu có thể áp dụng vào việc đánh giá chất lượng dịch vụ của các hệ thống mạng cục bộ không dây của các tổ chức, doanh nghiệp có triển khai hệ thống WLAN.

1.5. Nội dung của luận văn

Bản luận văn gồm 6 chương:

Chương I. Mở đầu

Chương II. Tổng quan về mạng cục bộ không dây

Chương III. Kỹ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng truyền thống

Chương IV. Tổng quan về chuẩn 802.11 và vấn đề đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây

Chương V. Các kỹ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây

Chương VI. Đánh giá thử nghiệm, kết luận và những đề xuất trong tương lai

Chương II. Tổng quan về mạng cục bộ không dây

2.1. Khái niệm về mạng cục bộ không dây (Wireless LAN - WLAN)

Mạng cục bộ không dây (Wireless LAN – WLAN) là mô hình mạng được sử dụng cho một khu vực có phạm vi nhỏ như một toà nhà, khuôn viên của một công ty, trường học. Nó là loại mạng linh hoạt có khả năng cơ động cao thay thế cho mạng cáp đồng. WLAN ra đời và bắt đầu phát triển vào giữa thập kỷ 80 của thế kỷ XX bởi tổ chức FCC (Federal Communications Commission). WLAN sử dụng sóng vô tuyến hay hồng ngoại để truyền và nhận dữ liệu thông qua không gian, xuyên qua tường trần và các cấu trúc khác mà không cần cáp. WLAN cung cấp tất cả các chức năng và các ưu điểm của một mạng LAN truyền thống như Ethernet hay Token Ring nhưng lại không bị giới hạn bởi cáp. Ngoài ra WLAN còn có khả năng với các mạng có sẵn, WLAN kết hợp rất tốt với LAN tạo thành một mạng năng động và ổn định hơn. WLAN là mạng rất phù hợp cho việc phát triển điều khiển thiết bị từ xa, cung cấp mạng dịch vụ ở nơi công cộng, khách sạn, văn phòng. Trong những năm gần đây, những ứng dụng viết cho mạng không dây ngày càng được phát triển mạnh như các phần mềm quản lý bán hàng, quản lý khách sạn ...càng cho ta thấy được những lợi ích của WLAN.

Về mặt kỹ thuật, mạng cục bộ không dây là một hệ thống mạng cục bộ truyền dữ liệu thông qua môi trường không sử dụng dây dẫn (cáp hữu tuyến) hoạt động ở băng tần ISM (băng tần phục vụ công nghiệp, khoa học, y tế : 2,4 GHz – 5 GHz), ngoài ra ở Mỹ sử dụng băng tần 900MHz vì thế nó không chịu sự quản lý của chính phủ cũng như không cần cấp giấy phép sử dụng. Nó không đòi hỏi phải có một đường truyền thẳng trực tiếp từ bên gửi và bên nhận, môi trường truyền dẫn chủ yếu là không khí, tín hiệu được lan truyền trong môi trường dưới dạng sóng điện từ. Thiết bị cơ bản trong các hệ thống mạng cục bộ không dây là các trạm thu phát sóng (Wireless base stations – Access Points – AP) và các ăngten thu phát sóng lắp trong các trạm. Các thiết bị này ngoài khả năng kết nối không dây thì vẫn hỗ trợ các kết nối

có dây truyền thống. Vì vậy chúng có thể dễ dàng kết nối với các hệ thống mạng Ethernet hiện tại.

Sử dụng WLAN sẽ giúp các nước đang phát triển nhanh chóng tiếp cận với các công nghệ hiện đại, nhanh chóng xây dựng hạ tầng viễn thông một cách thuận lợi và ít tốn kém. Trên thị trường hiện nay có rất nhiều sản phẩm phục vụ cho WLAN theo các chuẩn khác nhau như: IrDA (Hồng ngoại), OpenAir, Bluetooth, HiperLAN 2, IEEE 802.11b (Wi-Fi), ...trong đó mỗi chuẩn có một đặc điểm khác nhau. IrDA, OpenAir, Bluetooth là các mạng liên kết trong phạm vi tương đối nhỏ: IrDA (1m), OpenAir(10m), Bluetooth (10m) và đồ hình mạng (topology) là dạng ngang hàng (peer-to-peer) tức là kết nối trực tiếp không thông qua bất kỳ một thiết bị trung gian nào. Ngược lại, HiperLAN và IEEE 802.11 là hai mạng phục vụ cho kết nối phạm vi rộng hơn khoảng 100m, và cho phép kết nối 2 dạng: kết nối trực tiếp, kết nối dạng mạng cơ sở (sử dụng Access Point) . Với khả năng tích hợp với các mạng thông dụng như (LAN, WAN), HiperLAN và Wi-Fi được xem là hai mạng có thể thay thế hoặc dùng để mở rộng mạng LAN.

2.2. Một số đặc điểm chính và ưu nhược điểm của mạng cục bộ không dây

2.2.1. Đặc điểm

Môi trường lan truyền chủ yếu là không khí vì vậy nó rất dễ dàng cài đặt, chi phí đầu tư cho việc thi công, lắp đặt là rẻ và dễ dàng. Phạm vi phủ sóng là khá lớn, thông thường là trong bán kính 300m. Khi cần có thể mở rộng phạm vi phủ sóng của mạng cục bộ không dây bằng cách nối mạng các access point hoặc lắp thêm các antenna chuyên dụng.

Có khả năng xuyên tường và vượt qua các rào cản phi kim.

Các trạm khi di động có thể chuyển từ vùng phủ sóng của điểm truy cập này (Access Point – AP) sang vùng phủ sóng của AP khác.

Cấu trúc hình học của mạng (network topology) không cố định mà có khả năng thay đổi theo thời gian.

Sau đây là một số ưu khuyết điểm chính của mạng cục bộ không dây:

2.2.2. Ưu điểm

- **Tính cơ động:**

Đặc điểm khác biệt rõ ràng nhất và cũng là ưu điểm của WLAN so với LAN là tính cơ động. Các máy trạm (PDA, Laptop, PC,..) trong mạng có thể di chuyển linh hoạt trong phạm vi phủ sóng. Hơn thế nữa, nếu có nhiều mạng, các máy trạm sẽ tự động chuyển kết nối khi đi từ mạng này sang mạng khác. Điều này rất thuận tiện khi đi du lịch, công tác, hay khi di chuyển tới sân bay vẫn có thể gửi và nhận email hay bất cứ thông tin nào khác trong khi ngồi chờ tại sân bay, thuận lợi cho các nhà doanh nghiệp là những người hay di chuyển mà luôn cần có kết nối với mạng.

- **Cài đặt đơn giản và giá rẻ:**

Chi phí triển khai mạng WLAN sẽ rẻ hơn mạng LAN vì WLAN không dùng cáp. Việc cài đặt cũng dễ dàng hơn, không bị ảnh hưởng bởi các chướng ngại vật. Nhiều quốc gia đã khuyến nghị khi mở rộng hay nâng cấp mạng nên tránh dùng cáp lại trong các toà nhà. Với mạng WLAN người sử dụng có thể di chuyển trong mạng với khoảng cách cho phép, nếu người sử dụng đi ra khỏi phạm vi mạng, hệ thống của người sử dụng sẽ nhận biết mạng khác để đáp ứng yêu cầu.

2.2.3. Nhược điểm

- **Nhiều:**

Do truyền thông qua môi trường sóng vì vậy sẽ có rủi ro nhiều từ các sản phẩm khác sử dụng chung một tần số.

- **Bảo mật:**

Việc vô tình truyền dữ liệu ra khỏi mạng của công ty mà không thông qua lớp vật lý điều khiển khiến người khác có thể nhận tín hiệu và truy cập mạng trái phép. Tuy nhiên WLAN có thể dùng mã truy cập mạng để ngăn cản truy cập, việc sử dụng mã tùy thuộc vào mức độ bảo mật mà người dùng yêu cầu. Ngoài ra người ta có thể sử dụng việc mã hoá dữ liệu cho vấn đề bảo mật.

2.3. Lịch sử phát triển của mạng cục bộ không dây

Tiền đề cho sự ra đời của công nghệ truyền thông không dây là phát hiện của nhà khoa học Maxwell phát hiện ra sự tồn tại của sóng điện từ và các thí nghiệm chứng minh khả năng lan truyền của sóng điện từ trong môi trường không khí. Sau đó ông đã phát triển ra lý thuyết điện từ trường Maxwell (1856-1873).

Một số mốc quan trọng trong lịch sử truyền thông không dây

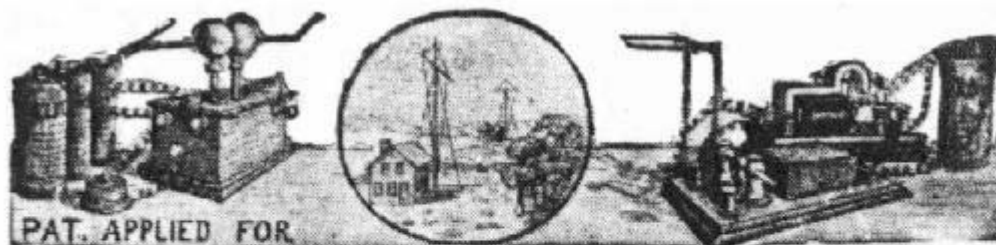
(Brief History of Wireless Communications)

<http://wireless.ece.ufl.edu/~jshea/eel6509/misc/history.html>

<http://www.wirelessrerc.gatech.edu/tutorial/history.html>

Thời kỳ 1867-1896 – thời kỳ trước khi phát minh ra sóng Radio

- * 1867 - Maxwell tiên đoán sự tồn tại của sóng điện từ (electromagnetic waves - EM)
- * 1887 - Hertz chứng minh sự tồn tại của sóng điện từ, thiết bị thu và phát sóng điện từ trong khoảng một vài mét
- * 1890 - Branly phát triển thiết bị coherer phát hiện sóng radio
- * 1896 - Guglielmo Marconi giới thiệu về thiết bị điện báo không dây ứng dụng trong các văn phòng ở Anh



WIRELESS TELEGRAPH

The "Telimco" Complete Outfit, comprising 1 inch Spark Coil, Strap Key, Sender, Sensitive Relay, Coherer, with Automatic Decoherer and Sounder, 4 Ex. Strong Dry Cells, all necessary wiring, including send and catch wires, with full instructions and diagrams, \$8.50. Guaranteed to work up to one mile. Send for Illust. Pamphlet & 64-page catalogue. **ELECTRO IMPORTING CO., 32 Park Place, New York**

Hình 1. Một đoạn quảng cáo cho ứng dụng điện báo không dây

(Tập chí khoa học Mỹ, đăng ngày 25 tháng 11 năm 1905)

Thời kỳ phát minh ra sóng radio - The Birth of Radio

- * 1897 – "The Birth of Radio" - Marconi đoạt giải thưởng bằng sáng chế cho thiết bị điện báo không dây
- * 1897 – Trạm có tên Marconi đầu tiên được thiết lập nối liền liên lạc giữa đảo Needles với vùng duyên hải nước Anh
- * 1898 – Marconi dành giải bằng sáng chế số 7777 cho thiết bị điều chỉnh truyền thông
- * 1898 – Điện báo không dây kết nối giữa Anh và Pháp được thiết lập

Thời kỳ truyền thông vượt đại dương - Transoceanic Communication

- * 1901 - Marconi thành công trong việc truyền sóng radio xuyên biển Atlantic từ Cornwall đến Newfoundland
- * 1902 – Thiết bị truyền thông 2 chiều (bidirectional) xuyên Atlantic
- * 1909 - Marconi đoạt giải thưởng Nobel vật lý

Thời kỳ truyền thanh trên sóng radio - Voice over Radio

- * 1914 – Lần đầu tiên thành công trong việc truyền tín hiệu âm thanh trên sóng radio
- * 1920s – Các thiết bị thu di động được gắn trên các xe cảnh sát tại Detroit



Hình 2. Thiết bị liên lạc không dây sử dụng sóng radio của cảnh sát vào năm 1925

(Tham khảo từ địa chỉ: <http://detnews.com/history/police/police.htm>)

- * 1930s – Các thiết bị máy phát di động được phát triển; thiết bị radio xuất hiện trên hầu hết các xe cảnh sát
- * 1935 – Bộ điều tần được giới thiệu bởi Armstrong
- * 1940s – Hầu hết các hệ thống của cảnh sát chuyển sang dùng sóng FM

Thời kỳ khai sinh của điện thoại di động - Birth of Mobile Telephony

- * 1946 – Dấu mốc đánh dấu sự kết nối giữa người dùng di động với các hệ thống mạng điện thoại chuyển mạch truyền thống (PSTN)
- * 1949 - FCC công nhận sóng radio di động như một lớp dịch vụ mới
- * 1940s – Số lượng người dùng di động vượt mức 50 nghìn thuê bao
- * 1950s - Số lượng người dùng di động vượt mức 500 nghìn thuê bao
- * 1960s - Số lượng người dùng di động vượt mức 1 triệu 400 nghìn thuê bao
- * 1960s – Giới thiệu dịch vụ điện thoại di động cải tiến (Improved Mobile Telephone Service - IMTS); hỗ trợ truyền song công, tự động quay số, tự động trung kế
- * 1976 – Thời điểm Bell Mobile Phone có 543 khách hàng sử dụng 12 kênh ở thành phố New York; danh sách đợi là 3700 người, dịch vụ nghèo nàn do hạn chế về công nghệ

Thời kỳ điện thoại di động tế bào - Cellular Mobile Telephony

- * 1979 - NTT/Japan triển khai hệ thống truyền thông tế bào đầu tiên
- * 1983 - Advanced Mobile Phone System (AMPS) được triển khai ở Mỹ, làm việc ở tần số 900 MHz: hỗ trợ 666 kênh song công



Hình 3. Thiết bị điện thoại di động cầm tay đầu tiên của hãng Ericsson giới thiệu năm 1987

- * 1989 - Nhóm Special Mobile định nghĩa chuẩn GSM ở châu Âu
- * 1991 – Hệ thống điện thoại tế bào kỹ thuật số (US Digital Cellular phone system) được giới thiệu ở Mỹ
- * 1993 – Hệ thống IS-95 CDMA (code-division multiple-access) được triển khai ở Mỹ
- * 1994 – Hệ thống GSM được triển khai ở US, được đặt tên là "Global System for Mobile Communications"

Thời kỳ các thiết bị truyền thông cá nhân đến ngày nay

- * 1995 – FCC đấu giá thiết bị điện thoại di động liên lạc cá nhân (Personal Communications System - PCS) hoạt động ở băng tần 1.8 GHz.

* 1997 – Số lượng người sử dụng điện thoại di động ở Mỹ vượt ngưỡng 50 triệu thuê bao

* 2000 – Chuẩn hệ thống thế hệ thứ ba (3G) được giới thiệu. Chuẩn không dây Bluetooth được giới thiệu.

Đây cũng là thời điểm đánh dấu sự “hội tụ” của hai loại đường truyền dữ liệu của lĩnh vực viễn thông (Telephone Network Voice) và tin học (IP Data) thành một (Voice/Data Convergence Based on IP)

Công nghệ không dây được nhiều doanh nghiệp hoạt động trong lĩnh vực truyền thông cũng như ngoài truyền thông xem như một thị trường còn non trẻ nhưng hứa hẹn nhiều cơ hội phát triển và đem lại nhiều lợi ích cả về xã hội cũng như kinh tế. Hệ thống mạng máy tính không dây đầu tiên đã được thiết lập vào năm 1971 tại trường đại học Hawaii (Mỹ) như một dự án nghiên cứu có tên là ALOHNET. Công nghệ mạng được sử dụng ở đây là sóng radio, theo cấu trúc song hướng (bi-directional), hình sao. Đây là một hệ thống gồm 7 máy tính được đặt trên 4 hòn đảo và kết nối với một máy tính trung tâm đặt trên đảo Oahu mà không sử dụng line điện thoại. Đây là một dấu mốc đánh dấu sự ra đời của công nghệ mạng không dây. (Tham khảo từ <http://www.jhsph.edu/wireless/history.html>)

Mạng cục bộ không dây ra đời như một dấu mốc quan trọng trong lĩnh vực truyền thông. Ở mọi lĩnh vực hoạt động thương mại, WLAN đều thể hiện tính ưu việt của nó và thực sự thị trường phát triển của truyền thông không dây đã được ghi nhận.

Theo Frost & Sullivan ước tính, chỉ riêng thị trường mạng cục bộ không dây đạt 0.3 tỷ đôla Mỹ vào năm 1998 và đến năm 2005 ước đạt 1.6 tỷ đôla Mỹ. Có thể nhận thấy các hệ thống mạng cục bộ không dây được cài đặt ở trong các trường đại học, sân bay, các quán café, các khu vực vui chơi giải trí, sân vận động và các khu vực công cộng khác

Ban đầu, các thiết bị phần cứng cho các hệ thống WLAN có giá đắt đến nỗi chúng chỉ được sử dụng như một giải pháp thay thế cho những nơi khó hoặc không có khả năng triển khai mạng cáp có dây. Với chuẩn 802.11b, phạm vi hoạt động của hệ thống mạng chỉ trong bán kính phủ sóng khoảng 30 feet vì vậy cũng hạn chế rất nhiều đến việc triển khai các hệ thống mạng WLAN. Ngày nay, các thiết bị WLAN đã rẻ đi rất nhiều, có rất nhiều sản phẩm trên thị trường với các lựa chọn đa dạng, giá tiền cũng ngày càng phù hợp cả với đối tượng hộ gia đình vì vậy số lượng các hệ thống mạng cục bộ triển khai theo mô hình WLAN nở rộ.

Giai đoạn trước những năm 1990, có một số giải pháp và giao thức được sử dụng trong một số lĩnh vực công nghiệp. Chúng đều là những chuẩn được nghiên cứu và ứng dụng riêng lẻ của từng doanh nghiệp và chưa được thống nhất vì vậy chủ yếu là trên quy mô nhỏ. Những từ cuối những năm 1990, chúng được thay thế dần bởi các chuẩn, chủ yếu là các phiên bản khác nhau của IEEE 802.11 (Wi-Fi) và HomeRF(2 Mbit/s, dùng cho gia đình). Một giải pháp thay thế cho ATM, chuẩn công nghệ HIPERLAN làm việc ở tần số 5 GHz cũng được giới thiệu. Tuy nhiên thời gian đã chứng tỏ đây là một chuẩn không được ứng dụng rộng rãi trên thị trường. Sự ra đời của chuẩn 802.11a (5 GHz) và 802.11g (2.4 GHz) làm việc ở tốc độ cao 54 Mbit/s đã được thị trường chấp nhận vì nhiều ưu điểm và đang ngày càng được áp dụng rộng rãi.

Vào năm 1990, tổ chức IEEE đã tập hợp và xây dựng một nhóm nhằm phát triển một bộ chuẩn cho các thiết bị không dây. Vào 26 tháng 6 năm 1997, chuẩn 802.11 cuối cùng đã được nhóm này giới thiệu. Chuẩn này cũng chỉ ra rằng các tầng cao hơn trong mô hình OSI là không thể được thay đổi và hệ thống mạng cục bộ không dây (WLAN) phải được triển khai trên tầng vật lý và tầng liên kết dữ liệu. Nó cung cấp khả năng có thể chạy trên bất kỳ hệ điều hành nào hoặc bất kỳ ứng dụng cục bộ nào dựa trên hệ thống mạng WLAN mà không phải có bất kỳ sự thay đổi nào trong chương trình. Đó là lý do chính tại sao ta thấy các vấn đề liên quan đến bộ chuẩn

802.11 đều chỉ tập trung vào 2 tầng vật lý (physical layer) và tầng liên kết dữ liệu (data link layer) mà thôi.

Hiện tại bộ chuẩn 802.11 vẫn đang được phát triển, chi tiết có thể tham khảo thêm tại phần phụ lục **802.11_Timelines**

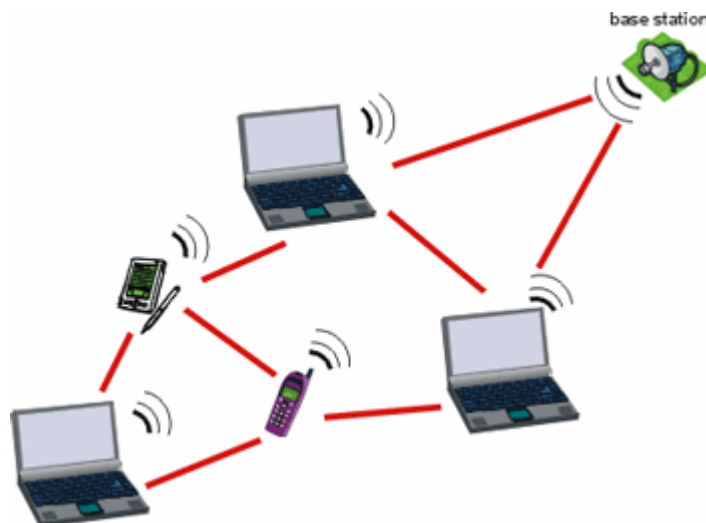
(Trang web chính thức của bộ giao thức 802.11 trong đó có thông tin về các mốc thời gian quan trọng của các chuẩn giao thức con có thể được tìm thấy ở địa chỉ http://www.ieee802.org/11/802.11_Timelines.htm)

2.4. Chế độ hoạt động của hệ thống mạng cục bộ không dây:

2.4.1. Chế độ làm việc ngang hàng – Ad-hoc mode

Trong chế độ này các thiết bị không dây trao đổi một cách trực tiếp với các thiết bị khác. Hoạt động ở chế độ ad-hoc cho phép các thiết bị không dây tự động phát hiện ra các thiết bị không dây khác trong phạm vi phủ sóng và trao đổi ở dạng ngang hàng (peer-to-peer) với các nút mạng khác mà không cần một điểm thu phát sóng tập trung (central access point).

Chế độ này có ưu điểm là đơn giản, không tốn chi phí đầu tư mua sắm và cấu hình access point, hoạt động theo cấu hình hình học mạng dạng mesh, các nút mạng có thể chia sẻ kết nối Internet cho các máy tính khác (nếu có), mỗi nút mạng đóng vai trò như một điểm trung chuyển cho các nút mạng khác.



Hình 4. Chế độ ad-hoc trong các hệ thống mạng cục bộ không dây

Tuy nhiên chế độ hoạt động này có một số nhược điểm sau:

- Việc cấu hình chế độ làm việc ở kênh nào, chế độ mã hoá (ví dụ WEP 64bit, 128bit ...) cho mỗi nút mạng phải tiến hành một cách phân tán trên từng nút mạng...vì vậy nó không thực sự thích hợp cho những mạng phức tạp, có số lượng nút mạng lớn.
- Thứ hai là do mỗi nút mạng đều đóng vai trò cầu nối trung gian nên dữ liệu dễ bị lộ, đánh cắp nếu như hacker có cài đặt các chương trình nghe trộm (sniffer).
- Một vấn đề nữa là các thiết bị thu phát sóng (wireless network card) sẽ ghi nhận lại những sóng mà nó phát hiện ra là khoẻ nhất (như là các máy tính gần nhất nó), tuy nhiên một đặc điểm của hệ thống mạng không dây nói chung là khả năng di động (mobility) vì vậy rất có thể tín hiệu mà nó cho là khoẻ nhất sẽ là không đúng, không chính xác nếu như nút mạng kia đã di chuyển sang một vị trí khác.

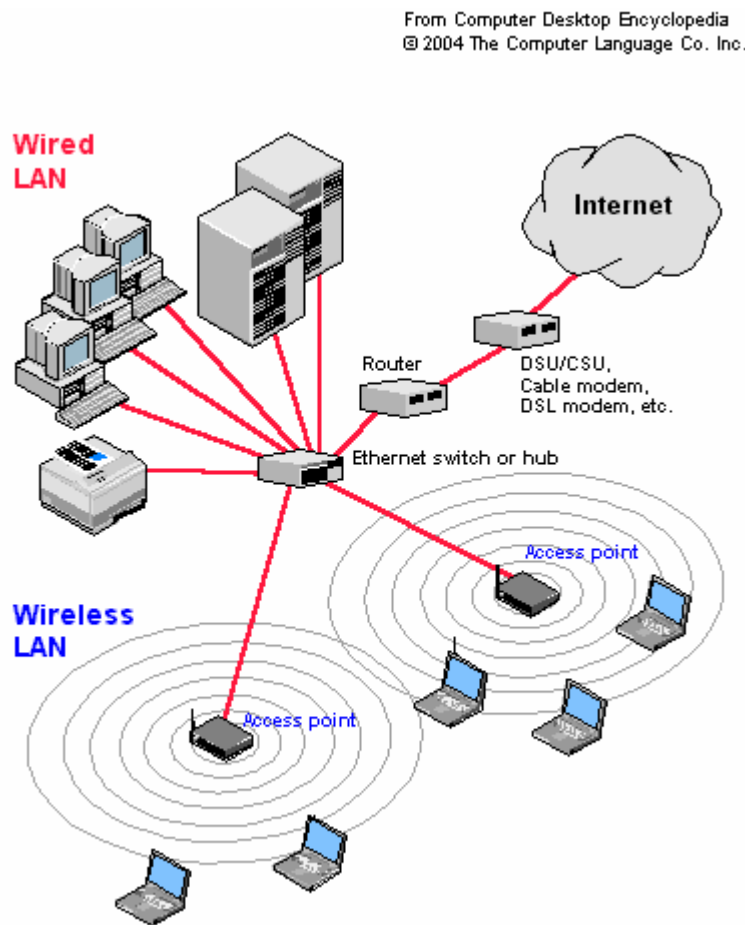
2.4.2. Chế độ làm việc cơ sở hạ tầng – Infrastructure mode

Cấu hình thông dụng nhất trong chế độ này là sử dụng các thiết bị điểm truy cập thu phát sóng (access point - AP) như các điểm trung chuyển kết nối trung gian giữa những nút mạng cần truyền dữ liệu. Thông thường các AP này sẽ có các đường truyền kết nối có dây ra Internet. Với các nút mạng (PC hoặc laptop) thường được trang bị các card mạng không dây (có thể đã được tích hợp sẵn hoặc dưới dạng các thiết bị ngoại vi gắn ngoài).

Với các hệ thống máy tính có card mạng không dây và có dây, ta có thể biến chúng thành các điểm truy cập (access point) tuy nhiên vì lý do giá thành (phải trang bị cả một hệ thống CPU + wireless network card + ...) nên ngày nay người ta thường ưu chuộng mua thiết bị chuyên dụng làm access point. Thiết bị này gần giống như một switch + một router với ăng ten, nó đóng vai trò như một chiếc cầu nối giữa hệ

thống mạng không dây với hệ thống mạng Ethernet. Việc quản trị cấu hình của điểm truy cập được tập trung, thông qua giao diện web hoặc telnet từ xa. Mọi thông số cấu hình về chế độ hoạt động của access point như dải tần hoạt động: 2.4 GHz hoặc 5 GHz hoặc cả hai, SSID, chế độ mã hoá dữ liệu, mật khẩu gia nhập ... đều có được cấu hình tập trung và có tác dụng với toàn bộ hệ thống WLAN.

Với những đặc điểm này thì chế độ Infrastructure rất được các doanh nghiệp ưu chuộng bởi sự linh hoạt, tập trung và uyển chuyển trong quản lý. Trước đây mô hình này có một nhược điểm là chi phí đầu tư để mua các AP là khá cao, tuy nhiên với sự phát triển của khoa học công nghệ hiện nay thì chi phí để mua sắm các thiết bị AP không còn quá đắt nên trong phạm vi một hệ thống mạng cục bộ chi phí này là chấp nhận được.

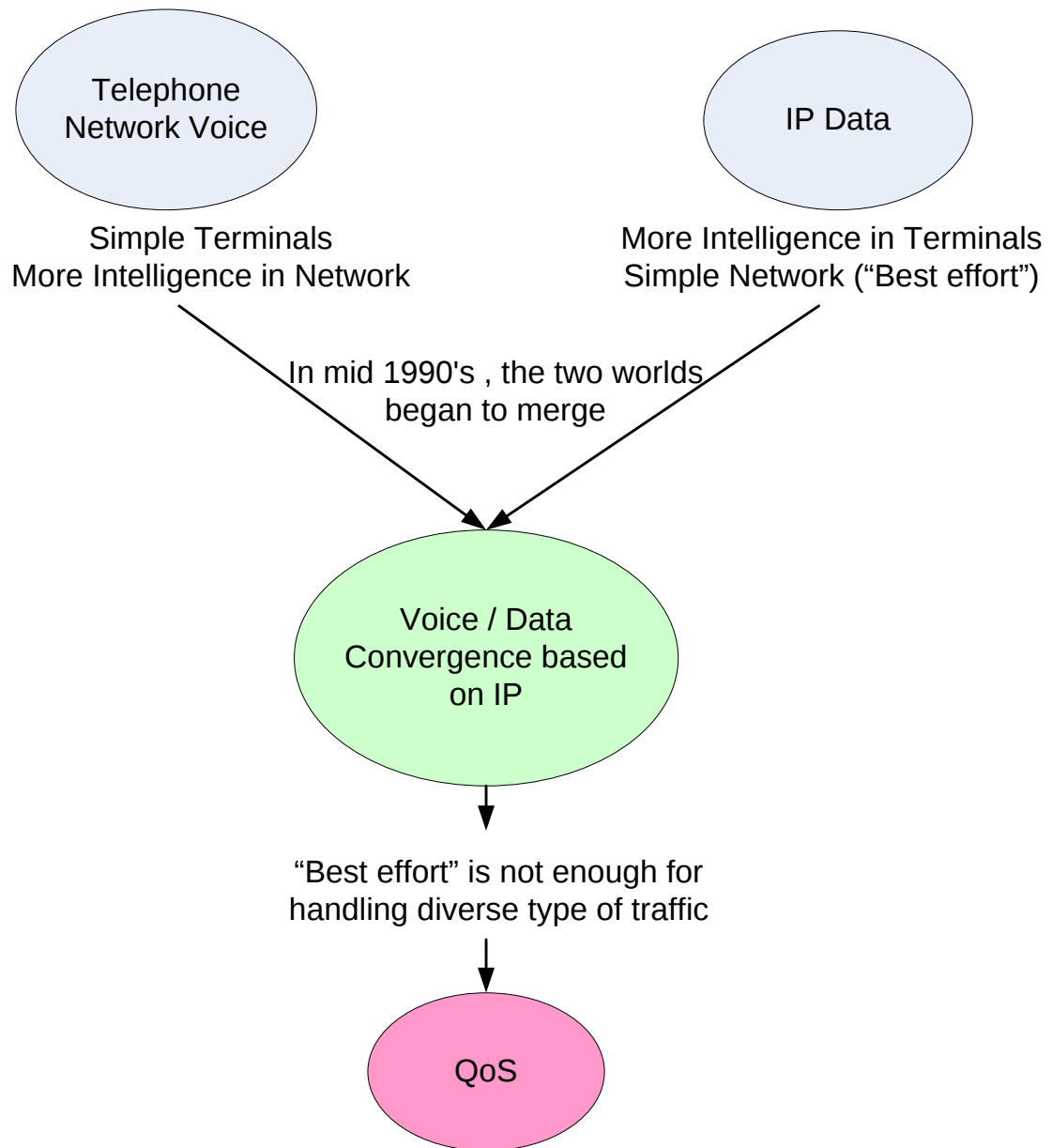


Hình 5. Chế độ infrastructure trong các hệ thống mạng cục bộ không dây

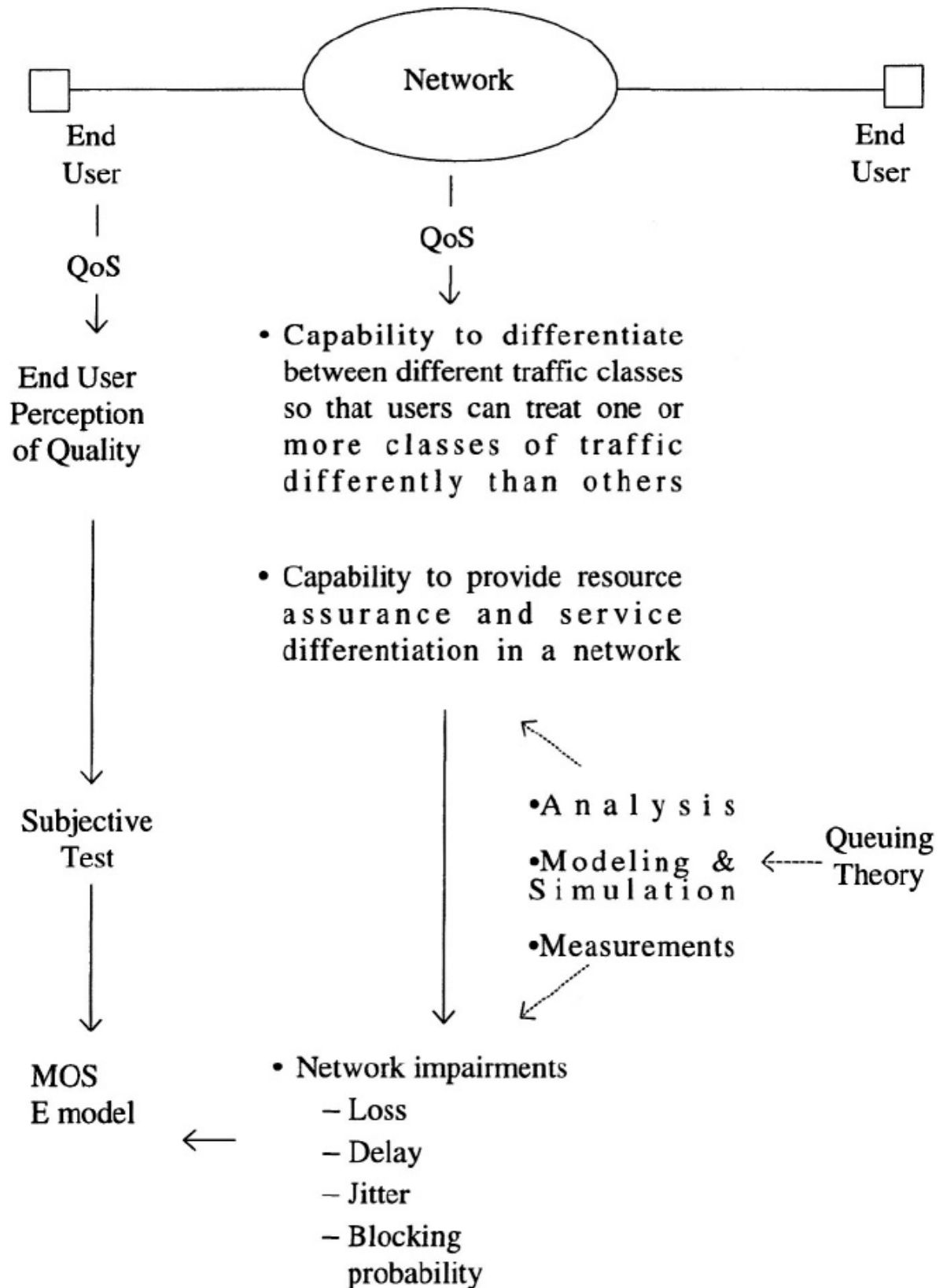
Chương III. Kỹ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng truyền thông

3.1. Khái niệm về chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS)

Chất lượng dịch vụ (QoS) là một khẩu hiệu (catchphrase) đề ra đối với một mạng máy tính sao cho có thể truyền dữ liệu mà không bị mất gói tin (cells), có thể dự đoán trước được trễ giữa 2 đầu mút truyền (end-to-end) và khả năng truyền được dữ liệu một khi kết nối được thiết lập. Các dịch vụ đa phương tiện chất lượng cao truyền trên mạng trong đó quá trình phát và nhận ở thời gian thực (ví dụ như chơi nhạc, xem phim trực tuyến, VoIP) đòi hỏi phải triển khai một mạng có hỗ trợ chất lượng dịch vụ. ATM (Asynchronous Transfer Mode) là một giao thức được thiết kế để triển khai chất lượng dịch vụ ở đa mức. Việc triển khai chất lượng dịch vụ sử dụng mạng IP đòi hỏi phải có thêm một số dịch vụ như RSVP (Resource Reservation Protocol), cho phép băng thông được để dành và được hỗ trợ trên những thiết bị mạng trung gian như bộ định tuyến.



Hình 6. Xu hướng hội tụ về công nghệ truyền dẫn dựa trên nền IP và vấn đề về QoS



Hình 7. Các khía cạnh khác nhau trong định nghĩa chất lượng dịch vụ

Mô hình mạng end-to-end ở trên đưa ra định nghĩa về chất lượng dịch vụ và mối quan hệ giữa nhiều chủ đề khác nhau có liên quan đến chất lượng dịch vụ. Người sử dụng cuối (end-user) được thể hiện thông qua các thiết bị đầu cuối như điện thoại, máy tính hoặc các thiết bị truyền thông khác.

Dựa vào hình trên, chất lượng dịch vụ được định nghĩa trên hai quan điểm: chất lượng dịch vụ theo quan điểm đánh giá của người sử dụng cuối và chất lượng dịch vụ theo quan điểm mạng. Đối với người sử dụng, chất lượng dịch vụ chính là sự cảm nhận về chất lượng dịch vụ người đó nhận được từ nhà cung cấp mạng cho một loại hình dịch vụ hoặc một ứng dụng mà người đó là thuê bao. Ví dụ: dịch vụ thoại, video hoặc truyền dữ liệu. Với quan điểm mạng, thuật ngữ chất lượng dịch vụ liên quan đến khả năng của mạng để cung cấp chất lượng dịch vụ theo như mong muốn của người sử dụng.

Hai loại hình mạng cần được cung cấp khả năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ trong các mạng chuyển mạch gói. Thứ nhất, để cung cấp chất lượng dịch vụ, mạng chuyển mạch gói phải có khả năng phân biệt giữa các lớp dịch vụ. Thứ hai, một khi mạng đã phân biệt giữa các lớp dịch vụ, nó phải có khả năng xử lý các lớp một cách riêng rẽ bởi việc cung cấp các tài nguyên được đảm bảo và sự phân biệt các dịch vụ có trong mạng.

Người sử dụng nhận thức được chất lượng trên quan điểm tiến hành các cuộc kiểm tra theo từng tiêu chí như độ trễ, biến thiên độ trễ, mất gói, xác suất nghẽn (blocking probability). Thậm chí trong các thí nghiệm họ còn thử làm suy giảm các tiêu chí trên để theo dõi ảnh hưởng đến chất lượng của các dịch vụ. Thực tế cho thấy sự suy giảm phụ thuộc vào các cơ chế chất lượng dịch vụ được triển khai trong mạng.

Thông thường, mạng thường phải truyền tải nhiều loại gói tin với các yêu cầu về hiệu năng là khác nhau. Có thể loại gói tin đó là rất quan trọng trong loại hình dịch vụ này nhưng lại không quá quan trọng trong loại dịch vụ khác. Vì thế một cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ được triển khai trong một mạng phải xem xét đến sự

xung đột các yêu cầu về hiệu năng và cân bằng các yếu tố khác nhau để đạt được sự kết hợp tốt nhất giữa chúng.

3.2. Những tiêu chí đánh giá chất lượng dịch vụ

Khi mạng Internet được xây dựng, chưa có nhận thức gì về sự cần thiết của các ứng dụng về chất lượng dịch vụ. Vì vậy toàn bộ hệ thống mạng Internet bấy giờ hoạt động dựa trên nguyên tắc “nỗ lực nhất” – best effort. Thời điểm đó, các gói tin lưu chuyển sử dụng 4 bits để mô tả loại dịch vụ và 3 bits để cung cấp xử lý ưu tiên cho các thông điệp. Gần như chúng không đáp ứng đủ các yêu cầu của hệ thống Internet và vì vậy không được sử dụng rộng rãi. Khi các loại hình dịch vụ trên đó nở rộ thì việc chỉ hoạt động trên nguyên tắc trên là không đủ để đảm bảo hoạt động mạng được thông suốt. Có rất nhiều vấn đề có thể xảy ra đối với các gói tin khi chúng di chuyển từ nguồn đến đích.

Chất lượng tín hiệu truyền tải qua WLAN sẽ bị ảnh hưởng và suy giảm do tác động của các yếu tố mạng. Các yếu tố mạng bao gồm tỷ lệ tổn thất gói tin, trễ mạng và biến động trễ mạng. Đây là các tham số chính tác động đến chất lượng dịch vụ của tín hiệu tại đầu thu.

Từ quan điểm dịch vụ đầu cuối - đầu cuối, tỷ lệ tổn thất gói tin tổng quát bao hàm tỷ lệ tổn thất mạng và tỷ lệ tổn thất do hủy gói tại bộ đệm tái tạo. Độ trễ tổng quát bao gồm trễ mạng và trễ bộ đệm, gây nên do thời gian lưu gói tin tại bộ đệm tái tạo. Ngoài tỷ lệ tổn thất gói tin và độ trễ tổng quát, chất lượng tín hiệu thu nhận còn phụ thuộc vào các chuẩn CODEC, giải thuật bù tổn thất gói tin và đặc biệt là phương thức điều khiển lịch trình tái tạo gói tin của bộ đệm tại đầu thu.

Để đánh giá chất lượng dịch vụ của các hệ thống mạng, thông thường ta quan tâm đến một số tiêu chí sau:

- + Trễ
- + Biến thiên trễ
- + Tổn thất gói tin

+ Thông lượng

3.2.1. Trễ

Khái niệm trễ biểu thị quãng thời gian bạn phải chờ trước khi nhận được thứ mình cần. Quá trình mã hóa và giải mã tín hiệu, trễ trong quá trình truyền tải khi thông tin được truyền qua nhiều mạng thành phần, lưu lượng truyền tải trên mạng là những yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến trễ mạng. Với một số các dịch vụ thời gian thực như thoại hoặc video đòi hỏi trễ mạng nhỏ hơn một giới hạn nhất định. Ví dụ với dịch vụ thoại thì trễ không được vượt quá 150 ms. Đây là một vấn đề chất lượng đáng kể, nên các hệ thống VoIP phải kiểm soát và cung cấp các cơ chế QoS nhằm đảm bảo trễ nhỏ hơn giới hạn trên. Trễ từ đầu cuối đến đầu cuối được xác định là khoảng thời gian giữa bên phát và bên thu bao gồm những thành phần chủ yếu sau đây:

Trễ đường truyền: Là khoảng thời gian để truyền tải một bit từ phía phát đến phía thu. Trễ đường truyền phụ thuộc vào khoảng cách vật lý của tuyến liên lạc và phương tiện truyền dẫn. Khi truyền tải qua cáp quang, cáp đồng trục hoặc cáp xoắn đôi, trễ một chiều khoảng 5 μ s/km.

Trễ truyền tải: Là tổng khoảng thời gian gửi gói tin ra khỏi giao diện mạng từ hàng đợi. Với các đường truyền Internet của mạng diện rộng điển hình với tốc độ 622 Mb/s (STM-4), thông thường trễ truyền tải tại mỗi chặng khoảng 20 μ s với gói tin có độ dài tối đa MTU bằng 1500 Bytes.

Trễ hàng đợi: là khoảng thời gian một gói tin được lưu giữ trong hàng đợi kể từ khi gói tin được đưa đến cổng vào cho đến khi được xử lý. Trễ hàng đợi là nguyên nhân chính gây nên biến động trễ từ đầu cuối đến đầu cuối và phụ thuộc vào tải lưu lượng của mạng hay tình trạng tắc nghẽn của mạng.

Trễ xử lý mã hóa/giải mã: là khoảng thời gian cần thiết để mã hóa tại phía phát hoặc giải mã tín hiệu tại phía thu. Giá trị trễ phụ thuộc vào phương thức mã hóa được sử dụng.

Trễ đóng gói / mở gói tin: là khoảng thời gian cần thiết để bổ sung tiêu đề hình thành gói tin tại phía phát hoặc là khoảng thời gian tách tiêu đề và tải trọng tại phía thu.

Trễ tái tạo: là khoảng thời gian gói tin được lưu giữ tại bộ đệm tái tạo kể từ khi thu nhận đến khi tín hiệu được tái tạo tại đầu cuối.

Theo khuyến nghị của tổ chức ITU, với thông tin tiếng nói truyền qua mạng IP, trễ một chiều của hầu hết các ứng dụng không vượt quá 150ms và giá trị giới hạn là 400 ms để thu được tín hiệu có thể chấp nhận. Hiện tượng chồng tiếng (giọng người này gối lên giọng người kia) trở nên đáng kể nếu trễ một chiều (one-way delay) lớn hơn 250 ms.

3.2.2. Biến thiên trễ

Biến thiên trễ (jitter) là sự biến thiên thời gian trễ gây nên bởi sự trễ đường truyền khác nhau trên mạng. Loại bỏ jitter đòi hỏi thu thập các gói và giữ chúng đủ lâu để cho phép các gói chậm nhất đến để được phát lại đúng thứ tự, làm cho sự trễ tăng lên. Sự biến thiên độ trễ trở thành một nhân tố quan trọng trong việc thiết kế các bus truyền thông cho các hệ thống máy tính. Trong truyền thông, thuật ngữ này liên quan đến các loại trễ của gói tin trong đó có ảnh hưởng đến chất lượng của cuộc đàm thoại. Trong công nghệ VoIP, sự biến thiên độ trễ là sự biến đổi theo thời gian giữa các gói tin đến thường gây ra bởi sự tắc nghẽn mạng, sự sai lệch về thời gian hoặc sự thay đổi tuyến.

Các loại biến thiên trễ :

Đối với sự biến thiên trễ đồng hồ, có hai tham số chính là biến thiên trễ pha (phase jitter) và biến thiên trễ chu trình đến chu trình (cycle to cycle jitter)

Biến thiên trễ pha là kết quả của sự biến đổi nhanh, thu hẹp hoặc kéo dài pha, lặp đi lặp lại không liên tục của tín hiệu điện. Biến thiên trễ pha có thể ngẫu nhiên hoặc lặp lại theo chu kỳ. Khoảng cách đỉnh đến đỉnh của biến thiên trễ pha là hiệu

giữa pha lớn nhất và pha nhỏ nhất của tín hiệu đồng hồ trên trục thời gian. Biến thiên trễ pha RMS là độ lệch chuẩn đỉnh – đỉnh của biến thiên trễ pha.

Biến thiên trễ pha có thể được biểu diễn dưới dạng độ, radian hoặc giây. Nếu sự biến thiên này là tuần hoàn thì nó có thể biểu diễn bằng đơn vị hertz.

Biến thiên trễ chu kỳ - chu kỳ là sự biến đổi từ một chu kỳ đến một chu kỳ kế nó của tín hiệu. Để xác định sự biến đổi giữa các chu kỳ kế, các chu kỳ liên tiếp nhau sẽ được ghi nhận. Biến thiên trễ chu kỳ đỉnh – đỉnh chính là tình huống xấu nhất của biến thiên trễ chu kỳ - chu kỳ

Ngăn chặn biến thiên trễ :

+ Mạch chống biến thiên trễ

Mạch chống biến thiên trễ (**anti-jitter circuits - AJCs**) là một lớp những mạch điện tử được thiết kế để giảm bớt mức của biến đổi trễ trong một xung tín hiệu bình thường. AJCs hoạt động dựa trên sự tính toán lại thời gian của tín hiệu ra sao cho chúng được căn thẳng hàng với một xung báo hiệu chuẩn. Chúng được sử dụng rộng rãi trong những mạch đồng hồ và mạch khôi phục dữ liệu trong truyền thông số, cũng như cho các hệ thống lấy mẫu (data sampling system) của các bộ chuyển đổi tương tự-số và số-tương tự. Một số ví dụ của mạch chống biến thiên trễ bao gồm mạch lặp khoá pha (phase-locked loop) và mạch lặp khoá trễ (delay-locked loop). Trong các bộ chuyển đổi số thành tương tự, biến thiên trễ gây ra những méo tần số cao không mong muốn. Trong trường hợp này, nó có thể được xử lý bằng cách sử dụng tín hiệu đồng hồ trung thực.

+ Bộ đệm biến thiên trễ

Một trong những biện pháp để chống lại biến thiên trễ là sử dụng bộ đệm biến thiên trễ (jitter buffer). Ý tưởng cơ bản là sử dụng một bộ đệm để lưu trữ các gói tin dự phòng. Những gói tin này sẽ được sử dụng trong trường hợp xuất hiện biến thiên trễ trong quá trình truyền dữ liệu. Điều này đặc biệt quan trọng đối với các dịch vụ đòi hỏi thời gian thực như thoại hoặc video. Như vậy sẽ có một câu hỏi đặt ra là kích thước của bộ đệm là bao nhiêu? Kích thước này sẽ bằng hoặc lớn hơn biến thiên trễ

lớn nhất xuất hiện trên đường truyền hay nói cách khác kích thước của bộ đệm sẽ thay đổi khác nhau phụ thuộc vào độ ổn định, tốc độ của đường truyền. Ta có thể thấy rõ điều này khi sử dụng một số dịch vụ trực tuyến như nghe nhạc trực tuyến hoặc xem phim trực tuyến trong đó giai đoạn đầu hệ thống thường dành để tiến hành nạp vào bộ đệm.

Một số hệ thống sử dụng bộ đệm chống biến thiên trễ phức tạp có khả năng thích ứng với đặc trưng của từng loại mạng. Chúng được biết đến như bộ đệm chống biến thiên trễ thích ứng (**adaptive de-jitter buffers**) hay bộ đệm thích nghi. Dựa trên cơ sở phân tích những gói tin gửi đến, chúng có thể phát hiện ra những đặc trưng và điều chỉnh các tham số của bộ đệm cho phù hợp.

Trong công nghệ truyền tín hiệu tiếng nói trên mạng IP (VoIP), bộ đệm biến thiên trễ là một vùng dữ liệu chia sẻ trong đó các gói tin âm thanh được thu thập, lưu trữ và gửi đến bộ xử lý âm thanh trong các chu kỳ trống đều nhau. Sự thay đổi trong thời gian đến của các gói tin, được gọi là jitter (sự biến thiên trễ), có thể xuất hiện do tắc nghẽn mạng, không đồng bộ về thời gian hoặc do định tuyến thay đổi. Vì vậy để tránh hiện tượng này người ta sử dụng các bộ đệm biến thiên trễ sao cho luôn cung cấp đủ thông tin để bù vào những gói tin đến trễ hay nói cách khác là giảm tối đa độ méo của âm thanh. Có hai loại những bộ đệm biến thiên trễ, tĩnh học và động. Bộ đệm biến thiên trễ tĩnh dựa trên cơ sở phần cứng và được định hình bởi nhà sản xuất. Bộ đệm biến thiên trễ động dựa trên nền phần mềm và có thể được cấu hình bởi người quản trị mạng thích ứng với sự thay đổi của trễ mạng trong những hoàn cảnh cụ thể.

3.2.3. Tồn thất gói tin

Tồn thất gói tin là một trong những nguyên nhân chính gây ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu truyền tải qua mạng WLAN. Tồn thất gói tin có thể xảy ra do hủy gói tin trong mạng WLAN (tồn thất mạng) hoặc loại bỏ gói tin do bộ giao tiếp mạng hoặc bộ đệm tái tạo tại đầu cuối thu nhận. Tồn thất mạng thường xảy ra do tắc nghẽn dẫn tới tràn bộ đệm trong bộ định tuyến, do sự định tuyến không ổn định hoặc do độ

không tin cậy của đường truyền như trong trường hợp kênh vô tuyến, trong đó tắc nghẽn là nguyên nhân chủ yếu gây nên tổn thất.

Các hệ thống mạng dựa trên nền IP nói chung không thể cung cấp một sự bảo đảm rằng các gói tin sẽ được chuyển tới đích hết. Các gói sẽ bị loại bỏ khi quá tải và trong thời gian tắc nghẽn. Truyền thoại rất nhạy cảm với việc mất gói, tuy nhiên, việc truyền lại gói của TCP thường không phù hợp. Các cách tiếp cận được sử dụng để bù lại các gói mất là thêm vào cuộc nói chuyện bằng cách phát lại gói cuối cùng, và gửi đi thông tin dư. Nói chung, trong hầu hết các trường hợp thì sự tổn thất gói trên 10% là không chấp nhận được.

3.3. Các ứng dụng đòi hỏi phải đảm bảo chất lượng dịch vụ

- + Các ứng dụng đa phương tiện dạng streaming đòi hỏi phải đảm bảo về thông lượng
- + Dịch vụ điện thoại IP hoặc VoIP (Voice over IP) đòi hỏi một số giới hạn chặt về trễ và biến thiên độ trễ
- + Dịch vụ hội nghị truyền hình (Video Teleconferencing – VTC) đòi hỏi biến thiên độ trễ thấp
- + Các đường truyền dành riêng (dedicated link) đòi hỏi phải đảm bảo cả hai yếu tố là thông lượng và hạn chế tối đa trễ và biến thiên trễ
- + Một số các ứng dụng bảo vệ thiết yếu (ví dụ như thiết bị cứu hộ điều khiển từ xa) đòi hỏi độ sẵn sàng ở mức độ cao (còn gọi là hard QoS).

3.4. Các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ

Hướng tiếp cận đầu tiên được áp dụng là sử dụng cơ chế tích hợp dịch vụ (Intergrated Service – IntServ) cho việc dự trữ những tài nguyên mạng. Trong mô hình này, các ứng dụng sử dụng giao thức dự phòng tài nguyên (Resource Reservation Protocol - RSVP) để yêu cầu và dự trữ những tài nguyên xuyên trên mạng. Khi đưa cơ chế IntServe vào vận hành thực tế, trong các hệ thống mạng băng

rộng thông thường, nó đã bộc lộ nhược điểm sau: khi số lượng nút mạng tăng lên, phần lõi của các bộ định tuyến sẽ được yêu cầu để chấp nhận, duy trì và phá hỏng hàng nghìn thậm chí hàng chục nghìn những sự để dành (reservations). Như vậy cơ chế này không đảm bảo tính ổn định của mạng đặc biệt là với tốc độ phát triển của mạng Internet vì vậy thường cơ chế này chỉ nên đưa vào các hệ thống mạng cục bộ hoặc mạng cục bộ không dây của một tổ chức hoặc một doanh nghiệp nào đó.

Cách tiếp cận thứ hai và hiện thời đang được sử dụng khá rộng rãi là cơ chế phân loại dịch vụ (Differentiation Service – DiffServ). Trong cơ chế DiffServ, các gói được đánh dấu theo kiểu dịch vụ mà chúng cần. Tương ứng với sự đánh dấu này, bộ định tuyến và bộ chuyển mạch sẽ sử dụng các chiến lược xếp hàng đợi khác nhau đạt được hiệu năng cần thiết. Ở tầng IP, điểm đánh dấu các dịch vụ khác nhau (Differentiated Services Code Point - DSCP) sử dụng 6 bits trong phần header của gói IP. Ở tầng MAC, VLAN IEEE 802.1q và IEEE 802.1d có thể được sử dụng để truyền tải những thông tin thiết yếu trên.

Các bộ định tuyến hỗ trợ DiffServ sử dụng nhiều hàng đợi cho những gói đợi truyền do ràng buộc của băng thông. Những nhà cung cấp bộ định tuyến cung cấp những khả năng khác nhau để định hình hành vi này, bao gồm số lượng hàng đợi hỗ trợ, những quyền ưu tiên tương đối các hàng đợi và dải thông dự trữ cho mỗi hàng đợi.

Trong thực tế, khi một gói được đẩy tới từ một giao diện có hàng đợi, những gói này đòi hỏi sự biến thiên băng thông thấp (ví dụ VoIP hoặc VTC), khi đó chúng được thiết lập ưu tiên hơn so với các gói tin trong hàng đợi khác. Thông thường, một số dải thông được cấp phát mặc định cho các gói tin điều khiển mạng (ví dụ ICMP và giao thức định tuyến), trong khi lưu thông tốt nhất có thể đơn giản đạt được khi băng thông còn dư.

Các cơ chế bổ sung sau có thể được sử dụng để cải thiện hiệu năng hơn nữa bao gồm:

+ Cơ chế hàng đợi (queueing) gồm có các loại:

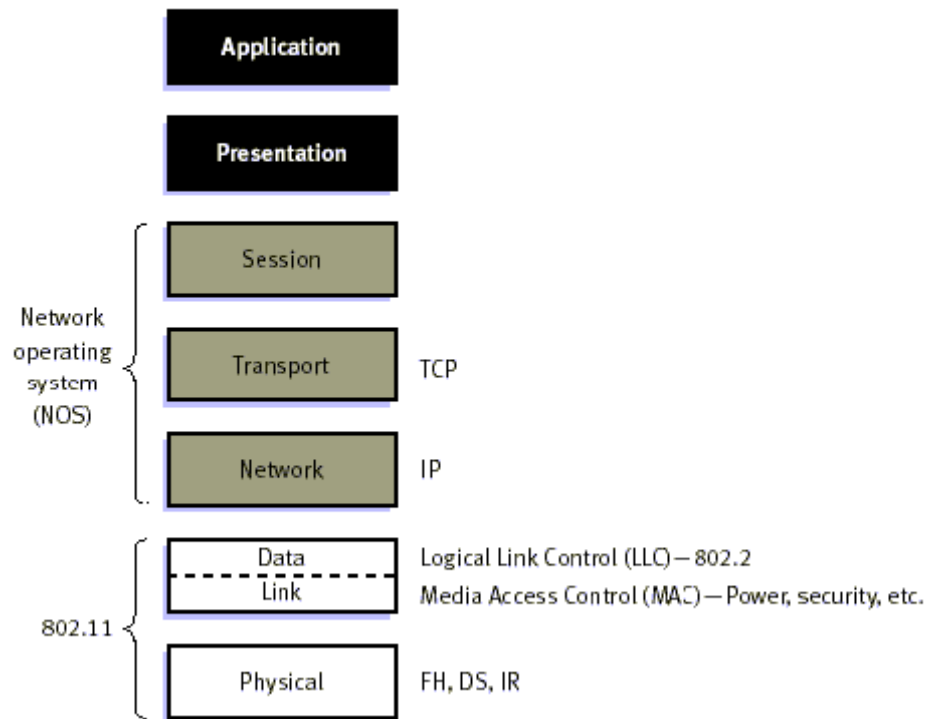
- Fair-Queueing

- First In First Out - FIFO
- Weighted Round Robin - WRR
- Class Based Weighted Fair Queueing
- Weighted Fair Queuing
- + **Cơ chế tối ưu bộ đệm (buffer tuning)**
- + **Cơ chế ngăn ngừa tắc nghẽn (congestion avoidance)**
 - RED
 - WRED
- + **Thiết lập chính sách và hình dạng giao thông (Policing and Traffic shaping)**

Chương IV. Tổng quan về chuẩn IEEE 802.11 và vấn đề đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây

4.1. Tổng quan về chuẩn IEEE 802.11

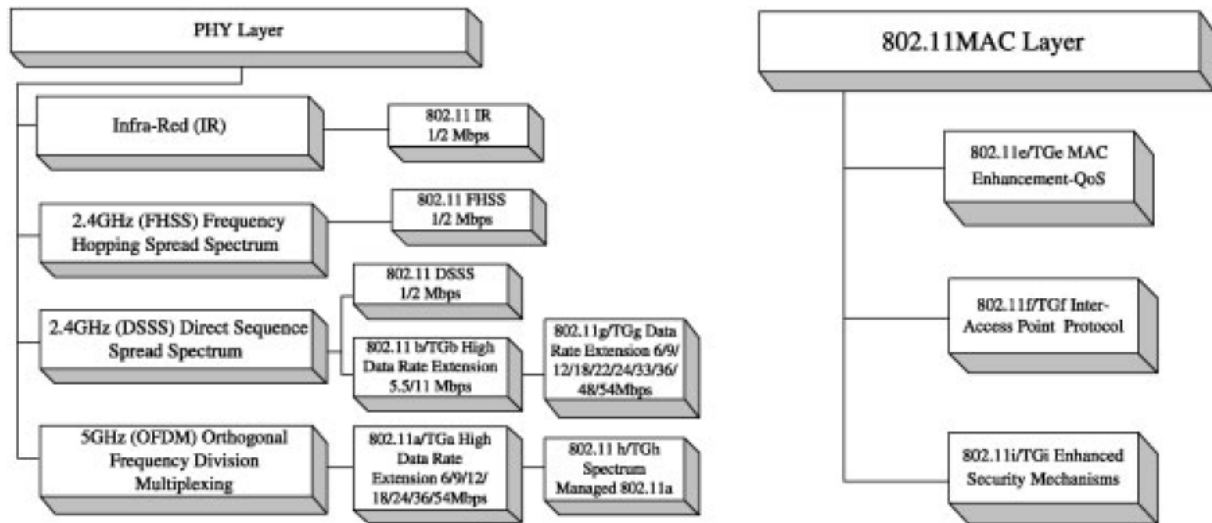
Viện kỹ thuật Điện – Điện tử Mỹ (Institute of Electrical and Electronic Engineers – IEEE) là tổ chức nghiên cứu, phát triển và cho ra đời nhiều chuẩn khác nhau liên qua đến mạng LAN như: 802.3 cho Ethernet, 802.5 Token Ring, 802.3z 100BaseT. IEEE được chia thành các nhóm phát triển khác nhau : 802.1, 802..2, 802.3... mỗi nhóm đảm nhận nghiên cứu về một lĩnh vực riêng. Cuối những năm 1980, khi mạng không dây bắt đầu được phát triển, nhóm 802.4 của IEEE nhận thấy phương thức truy cập token của chuẩn LAN không có hiệu quả khi áp dụng cho mạng không dây. Nhóm này đã đề nghị xây dựng một chuẩn khác để áp dụng cho mạng không dây. Kết quả là IEEE đã quyết định thành lập nhóm 802.11 có nhiệm vụ định nghĩa tiêu chuẩn lớp vật lý (Physical – PHY) và lớp điều khiển truy cập môi trường truyền (Medium Access Control – MAC) cho mạng cục bộ không dây.



Hình 8. Ánh xạ giữa IEEE 802.11 và mô hình OSI 7 tầng

Chuẩn IEEE 802.11 cho mạng cục bộ không dây bao gồm 2 tầng con là tầng PHY và tầng MAC của mô hình tham chiếu OSI. Tầng LLC (Logic Link Control) được mô tả trong chuẩn 802.2. Với các tầng ở mức cao hơn, kiến trúc phân tầng cung cấp một giao diện trong suốt (nghĩa là không có sự thay đổi đối với các tầng cao hơn). Vì vậy, với các tầng từ LLC trở lên có thể hoán chuyển các trạm đang hoạt động ở mạng WLAN với các mạng cục bộ khác. Điều này cho phép giao thức TCP/IP hiện tại có thể hoạt động dựa trên mạng IEEE 802.11 WLAN giống như hoạt động triển khai trên một mạng có dây Ethernet. Hình 9 chỉ ra sự khác biệt về các chuẩn hoạt động dựa trên chuẩn 802.11 WLAN ở tầng PHY và tầng MAC. Năm 1997, IEEE đã cung cấp các loại option cho tầng PHY gồm InfraRed (IR), Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) và Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Tất cả các option đều hỗ trợ tốc độ 1 và 2 Mbps. Năm 1999, tổ chức IEEE định nghĩa ra hai tốc độ cao mở rộng tương ứng với hai chuẩn 802.11b (hoạt động ở băng tần 2.4

GHz, tốc độ 11Mbps) và chuẩn 802.11a (hoạt động ở băng tần 5GHz, tốc độ lên đến 54Mbps, dựa trên công nghệ Orthogonal Frequency Division Multiplexing -OFDM). Gần đây chuẩn 802.11g được đưa ra. Đây là một chuẩn mở rộng của chuẩn 802.11b trong đó hỗ trợ tốc độ truyền lên đến 54Mbps và vẫn hoạt động ở băng tần 2.4GHz. Chuẩn 802.11h cũng được giới thiệu như một phiên bản cải tiến của chuẩn 802.11a với kiểm soát về license, hoạt động ở băng tần 5GHz và được triển khai ở châu Âu.



Hình 9. Các giao thức sử dụng trong hệ thống mạng cục bộ không dây dựa trên chuẩn IEEE 802.11 của tầng vật lý (PHY layer) và tầng con điều khiển truy cập môi trường truyền (MAC layer)

4.1.1. Các chuẩn con trong 802.11

Chuẩn đầu tiên mà IEEE cho ra đời là IEEE 802.11 vào năm 1997. Tốc độ đạt được là 2 Mbps sử dụng phương pháp trải phổ trong băng tần ISM (băng tần dành cho công nghiệp, khoa học và y học). Tiếp sau đó là các chuẩn IEEE 802.11a, IEEE802.11b, IEEE802.11g và mới đây nhất là sự ra đời của chuẩn IEEE 802.11e và IEEE 802.11i.

Danh sách các chuẩn con trong bộ chuẩn IEEE 802.11

* IEEE 802.11 - The original 1 Mbit/s and 2 Mbit/s, 2.4 GHz RF and IR standard (1999)

- * IEEE 802.11a - 54 Mbit/s, 5 GHz standard (1999, shipping products in 2001)
- * IEEE 802.11b - Enhancements to 802.11 to support 5.5 and 11 Mbit/s (1999)
- * IEEE 802.11c - Bridge operation procedures; included in the IEEE 802.1D standard (2001)
- * IEEE 802.11d - International (country-to-country) roaming extensions (2001)
- * IEEE 802.11e - Enhancements: QoS, including packet bursting (2005)
- * IEEE 802.11f - Inter-Access Point Protocol (2003) Withdrawn February 2006
- * IEEE 802.11g - 54 Mbit/s, 2.4 GHz standard (backwards compatible with b) (2003)
- * IEEE 802.11h - Spectrum Managed 802.11a (5 GHz) for European compatibility (2004)
- * IEEE 802.11i - Enhanced security (2004)
- * IEEE 802.11j - Extensions for Japan (2004)
- * IEEE 802.11k - Radio resource measurement enhancements
- * IEEE 802.11l - (reserved and will not be used)
- * IEEE 802.11m - Maintenance of the standard; odds and ends.
- * IEEE 802.11n - Higher throughput improvements
- * IEEE 802.11o - (reserved and will not be used)
- * IEEE 802.11p - WAVE - Wireless Access for the Vehicular Environment (such as ambulances and passenger cars)
- * IEEE 802.11q - (reserved and will not be used, can be confused with 802.1Q VLAN trunking)
- * IEEE 802.11r - Fast roaming
- * IEEE 802.11s - ESS Mesh Networking

* IEEE 802.11t - Wireless Performance Prediction (WPP) - test methods and metrics

* IEEE 802.11u - Interworking with non-802 networks (e.g., cellular)

* IEEE 802.11v - Wireless network management

* IEEE 802.11w - Protected Management Frames

* IEEE 802.11x - (reserved and will not be used)

* IEEE 802.11y - 3650-3700 Operation in USA

4.1.1.1. IEEE 802.11b

Chuẩn 802.11b được xây dựng dựa trên chuẩn 802.11 ban đầu. Như vậy về cơ bản kiến trúc, đặc điểm và các dịch vụ cung cấp giống với chuẩn ban đầu 802.11. Nó chỉ khác so với chuẩn ban đầu ở tầng vật lý. 802.11b cung cấp khả năng trao đổi dữ liệu cao hơn và kết nối hiệu quả hơn. Sự khác biệt chính là 802.11b đạt đến hai tốc độ truyền dữ liệu mới là 5.5 Mbps và 11Mbps so với 2 Mbps của chuẩn đầu tiên. IEEE 802.11b đạt được tốc độ cao hơn các chuẩn 802.11 trước đó nhờ sử dụng CCK (Complementary Code Keying). CCK là một chuỗi các mã mà có thể sử dụng mã hoá tín hiệu, cần 6 bit để có thể miêu tả một từ mã hoá. Từ mã hoá theo CCK sau đó được điều chỉnh với kỹ thuật QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) sử dụng DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) 2Mbps. Một trong những nhược điểm của IEEE 802.11b là băng tần dễ bị nghẽn và hệ thống dễ bị nhiễu bởi các hệ thống mạng khác như lò vi sóng, các loại điện thoại hoạt động ở tần số 2.4 GHz và các mạng Bluetooth. Mặc dù vẫn còn một vài hạn chế và nhược điểm nhưng chuẩn 802.11b hiện vẫn đang là chuẩn thông dụng nhất hiện nay bởi sự phù hợp của nó trong các môi trường sử dụng mạng không dây.

4.1.1.2. IEEE 802.11a

Chuẩn IEEE 802.11a có tốc độ truyền dữ liệu nhanh hơn chuẩn 802.11b và số kênh tối đa hoạt động đồng thời có thể đạt tới 8 kênh. Tốc độ truyền dữ liệu đạt 54 Mbps và hoạt động tại băng tần 5GHz. 802.11a sử dụng trải phổ trực giao OFDM

(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) tại lớp vật lý. Để có được tốc độ cao này, người ta đã tiến hành kết hợp nhiều kênh có tốc độ thấp thành một kênh có tốc độ cao. 802.11a sử dụng OFDM định nghĩa tổng cộng 8 kênh không trùng lắp có độ rộng 20MHz thông qua 2 băng thấp; mỗi một kênh được chia thành 52 kênh mang thông tin, với độ rộng xấp xỉ 300KHz. Mỗi một kênh được truyền song song. Việc chỉnh sửa lỗi phía trước FEC (Forward Error Correction) cũng được sử dụng trong 802.11a (không có trong 802.11) để có thể đạt được tốc độ cao hơn. Tất cả các băng tần dùng cho Wireless LAN là không cần đăng ký, vì thế nó dễ dàng dẫn đến sự xung đột và nhiễu. Để tránh sự xung đột này, cả 801.11a và 802.11b đều có sự điều chỉnh để giảm các mức của tốc độ truyền dữ liệu. Trong khi 802.11b có các tốc độ truyền dữ liệu là 5.5, 2 và 1 Mbps thì 802.11a có bảy mức (48, 36, 24, 18, 12, 9, và 6).

Hiện nay, 23 quốc gia phê duyệt cho phép sử dụng các sản phẩm 802.11a, trong đó chủ yếu là các nước ở khu vực châu Âu. Một số nước đã triển khai chuẩn này gồm: Mỹ, Úc, Áo, Đan Mạch, Pháp, Thụy Điển, New Zealand, Ireland, Nhật Bản, Bỉ, Hà Lan, Phần Lan, Ba Lan, Thụy Sĩ và Mexico.

4.1.1.3. IEEE 802.11g

Mặc dù chuẩn 802.11a có tốc độ nhanh (54 Mbps), hoạt động tại băng tần cao (5 GHz) nhưng nhược điểm lớn nhất của nó là không tương thích với chuẩn 802.11b. Vì thế sẽ không thể thay thế hệ thống đang dùng 802.11b mà không phải tốn kém quá nhiều. IEEE đã cho ra đời chuẩn 802.11g nhằm cải tiến 801.11b về tốc độ truyền cũng như băng thông.

802.11g có hai đặc tính chính sau đây:

- Sử dụng kỹ thuật trải phổ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), để có thể cung cấp các dịch vụ có tốc độ lên tới 54Mbps. Hiện nay FCC đã cho phép sử dụng OFDM tại cả hai băng tần 2,4GHz và 5GHz.
- Tương thích với các hệ thống 802.11b tồn tại trước. Do đó, 802.11g cũng có hỗ trợ CCK và thiết bị 802.11g cũng có thể giao tiếp với thiết bị 802.11b có sẵn.

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

4.1.1.3. IEEE 802.11i

Một trong những vấn đề gặp phải của các chuẩn không dây ra đời trước đó là vấn đề về bảo mật. Chuẩn 802.11i ra đời chính là để giải quyết vấn đề này. Nó mô tả cách mã hoá dữ liệu truyền giữa các hệ thống sử dụng 2 chuẩn này. 802.11i định nghĩa một phương thức mã hoá mới gồm Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) và Advanced Encryption Standard (AES).

4.1.1.4. Các chuẩn khác của IEEE 802.11

- IEEE 802.11h: Hướng tới việc cải tiến công suất phát và lựa chọn kênh của chuẩn IEEE 802.11a, nhằm đáp ứng các tiêu chuẩn của thị trường châu Âu.
- IEEE 802.11j: Sự hợp nhất trong việc đưa ra phiên bản tiêu chuẩn chung của hai tổ chức tiêu chuẩn IEEE và ETSI (European Telecommunications Standards Institute) trên nền IEEE 802.11a và HiperLAN/2.
- IEEE 802.11k: Cung cấp khả năng đo lường mạng và sóng vô tuyến, thích hợp cho các lớp cao hơn.
- IEEE 802.11n: Mở rộng thông lượng (>100Mbps tại MAC SAP) trên băng 2.4GHz và 5GHz.

4.1.2. Vấn đề về phân chia kênh và tương tích trên phạm vi quốc tế

Chuẩn 802.11b và 802.11g chia phổ thành 14 kênh chồng lên và so le nhau, mỗi phần tương ứng với tần số 5 MHz. Có một quan niệm sai thường gặp là các kênh 1, 6 và 11 không xếp chồng lên nhau và các kênh này có thể sử dụng để các mạng các nhau có thể cùng hoạt động trên cùng một phạm vi phủ sóng mà không bị ảnh hưởng lẫn nhau. Chuẩn 802.11b và 802.11g không mô tả độ rộng của một kênh, thay vào đó

nó mô tả tần số trung tâm của kênh và mặt nạ phổ kênh. Mặt nạ phổ của 802.11b đòi hỏi tín hiệu được giảm đi ít nhất là 30 dB từ mức năng lượng đỉnh tại tần số ± 11 MHz từ tần số trung tâm và giảm đi ít nhất là 50 dB từ mức năng lượng đỉnh tại tần số ± 22 MHz

Mặt nạ phổ chỉ định nghĩa giới hạn năng lượng ra đến tần số ± 22 MHz từ phổ trung tâm. Nó thường giả sử rằng năng lượng của kênh mở rộng không vượt qua giới hạn này. Trên thực tế nếu máy phát đủ mạnh, tín hiệu có thể vượt qua giới hạn ± 22 MHz. Bởi vậy, phát biểu các kênh 1, 6, 11 không xếp chồng lên nhau là không đúng. Phát biểu đúng hơn là việc phân chia giữa các kênh 1, 6 và 11 giúp cho tín hiệu trên bất cứ kênh nào được truyền đi giảm thiểu sự cản trở của máy phát trên các kênh khác.

Mặc dù phát biểu các kênh 1, 6 và 11 không xếp chồng là chưa đầy đủ nhưng việc sử dụng các kênh này trong các mạng khác nhau có cùng phạm vi phủ sóng đem lại hiệu quả tốt hơn. Một số thử nghiệm đã xác nhận điều này. Ví dụ nếu các máy phát gần nhau và hoạt động sử dụng các kênh 1, 4, 7, 10, đây là các kênh có sự xếp chồng lên nhau và các đo đạc chứng tỏ việc chồng chéo này gây ra sự giảm sút không thể chấp nhận được về chất lượng tín hiệu và thông lượng.

Các kênh sẵn sàng cho việc sử dụng ở các quốc gia có thể khác nhau tùy vào quy định ngành của cơ quan đó. Ví dụ ở Mỹ, quy định FCC chỉ cho phép sử dụng các kênh từ 1 đến 11. Ở châu Âu, các kênh từ 1-13 được cấp phép để sử dụng ở chuẩn 802.11b nhưng chỉ cho phép các máy phát có công suất nhỏ hơn 100 mW để giảm thiểu sự giao thoa giữa các băng tần ISM khác.

4.2. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ ban đầu của bộ giao thức IEEE 802.11

4.2.1. Hàm điều phối phân tán (Distributed Coordination Function – DCF)

Tầng MAC của chuẩn 802.11 về cơ bản sử dụng hàm điều phối phân tán (Distributed Coordination Function – DCF) để chia sẻ môi trường giữa nhiều trạm. DCF dựa trên CSMA/CA và một cơ chế dạng tùy chọn là 802.11 RTS/CTS để chia sẻ môi trường lan truyền giữa các trạm. Tuy nhiên, cơ chế này có một số giới hạn sau:

- + Nếu có nhiều trạm cùng trao đổi một lúc, rất nhiều va chạm sẽ xuất hiện vì vậy băng thông còn trống sẽ thấp hơn so với việc sử dụng Ethernet với cơ chế CSMA/CD
- + Không có kí pháp mô tả lưu lượng có mức ưu tiên cao hay thấp cho các dịch vụ đòi hỏi mức ưu tiên khác nhau
- + Một khi trạm chiếm được quyền điều khiển truy cập môi trường, nó sẽ nắm giữ môi trường bao lâu tùy thuộc vào nó. Nếu một trạm có tốc độ truyền thấp (ví dụ 1 Mb/s) thì sẽ kéo theo tất cả các trạm khác phải đợi (mặc dù có thể những trạm này có khả năng truyền với tốc độ cao hơn).
- + Tổng quát hơn, không có sự đảm bảo về chất lượng dịch vụ

4.2.2. Hàm điều phối điểm (Point Coordination Function – PCF)

Tầng MAC của chuẩn 802.11 nguyên thủy định nghĩa một hàm điều phối khác gọi là hàm điều phối điểm (Point Coordination Function – PCF). Hàm này sẽ chỉ được sử dụng trong chế độ infrastructure mode, trong đó các trạm có kết nối với điểm truy cập (Access Point – AP). Chế độ này là tùy chọn không bắt buộc và chỉ có một số AP hoặc thiết bị Wi-Fi của trạm triển khai cơ chế này. AP gửi khung mốc (beacon frames) tại các chu kỳ thường (thường là sau mỗi 0.1 giây). Giữa các khung mốc, PCF định nghĩa hai khoảng thời gian: thời gian trống xung đột (Contention Free Period – CFP) và thời gian xung đột (Contention Period – CP). Trong CP, hàm điều

phối DCF nguyên thủy của 802.11 được sử dụng. Trong CFP, AP gửi các gói tin kiểm soát vòng (Contention Free-Poll – CF-Poll) cho từng trạm, tại mỗi thời điểm chỉ có một trạm nắm giữ quyền gửi gói tin. AP đóng vai trò như một bộ điều phối. Điều này sẽ giúp cho việc quản lý chất lượng dịch vụ được tốt hơn. Tuy nhiên, PCF bị giới hạn bởi việc không định nghĩa các lớp của lưu lượng, số lượng trạm có thể phục vụ cũng là một cản trở.

4.3. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ cải tiến 802.11e

802.11e cải thiện hai hàm điều phối DCF và PCF thông qua một hàm điều phối mới tên là hàm điều phối lai (Hybrid Coordination Function – HCF). Với hàm HCF, có hai phương pháp truy cập kênh tương tự như việc định nghĩa trong tầng 802.11 MAC cũ là HCF Controlled Channel Access (HCCA) và Enhanced DCF Channel Access (EDCF). Cả EDCF và HCCA định nghĩa phân lớp lưu lượng (Traffic Classes – TC). Ví dụ email có thể được gán tương ứng với lớp có mức ưu tiên thấp trong khi dịch vụ VoIP có thể được gán tương ứng với lớp có mức ưu tiên cao.

4.3.1. Hàm điều phối phân tán cải tiến (Enhanced Distributed Coordination Function – EDCF)

Với EDCF, lưu lượng ưu tiên mức cao có cơ hội được sử dụng kênh truyền cao hơn các lưu lượng có mức ưu tiên thấp. Một trạm với lưu lượng ưu tiên mức cao sẽ phải đợi ít hơn (so với mức trung bình chung của các trạm). Thêm vào đó mỗi mức ưu tiên được gán một TXOP (Transmit Opportunity). Một TXOP là một cửa sổ thời gian dành cho một trạm hoặc AP để gửi các khung có thể. Nó giúp giảm thiểu vấn đề tốc độ chậm của các trạm bởi việc làm tăng thêm số lượng thời gian kênh trong 802.11 DCF MAC cũ. Chứng nhận Wi-Fi Multimedia (WMM) của các AP phải được kích hoạt cho EDCF và TXOP. Mọi cải tiến khác của 802.11e được thiết lập ở chế độ tùy chọn không bắt buộc.

4.3.2. Hàm điều phối quản lý truy cập kênh (HCF Controlled Channel Access - HCCA)

HCCA làm việc rất giống PCF trong đó chu kỳ giữa hai khung mốc được chia thành hai khoảng là CFP và CP. Trong CFP, nó sử dụng điều phối lai (Hybrid Coordinator – HC). Trong CP, tất cả các trạm hoạt động sử dụng EDCA. Sự khác biệt chính với PCF là TC được định nghĩa. HC có thể điều phối lưu lượng trong bất kì hàng đợi nào nó chọn (sử dụng thuật toán round-robin). Hơn nữa, các trạm cung cấp thông tin về chiều dài hàng đợi của chúng cho từng TC. HC có thể sử dụng thông tin này để gán mức độ ưu tiên cho một trạm này hơn trạm khác. Một sự khác biệt nữa là các trạm sẽ cung cấp TXOP, chúng có thể gửi nhiều gói trong một dòng, cho một chu kỳ thời gian được lựa chọn bởi HC. Trong CP, DC cho phép các trạm gửi dữ liệu bởi việc gửi các khung CF-Poll.

Nhìn chung, HCCA là hàm điều phối cải tiến nhất (và cũng là phức tạp nhất). Với HCCA, QoS có thể được cấu hình với mức độ chính xác lớn. Các trạm có kích hoạt QoS-enabled có khả năng yêu cầu các tham số truyền (tốc độ truyền, biến thiên độ trễ v.v...) thích ứng với các loại ứng dụng nâng cao như VoIP, video theo dòng hoạt động được hiệu quả hơn/

HCCA hỗ trợ chính không chỉ cho các AP hoạt động ở chuẩn 802.11e. Trên thực tế hầu hết các AP đều đã được kích hoạt chế độ này. Hiệp hội Wi-Fi cũng đã đề xuất chứng nhận WMM Scheduled Access cho phép các nhà tích hợp để dàng phân biệt các AP có hỗ trợ HCCA.

4.4. Các đặc tả khác của 802.11e

Bổ trợ cho HCCA, EDCF và TXOP, trong tài liệu của chuẩn 802.11e do tổ chức IEEE phát hành có cung cấp thêm các đặc tả bổ sung về các giao thức tùy chọn để cải tiến tầng MAC về hỗ trợ QoS. Đó là:

4.4.1. APSD

Tiết kiệm nguồn tự động (Automatic Power Save Delivery – APSD) là một phương pháp quản lý quần hiệu quả hơn so với chuẩn 802.11 Power Save Polling cũ. Hầu hết các trạm 802.11 mới ngày nay đều đã được cài đặt cơ chế APSD.

4.4.2. BA

Block Acknowledgments (BA) cho phép toàn bộ một TXOP được xác nhận chỉ trong một khung. Điều này giúp loại bỏ vấn đề khi TXOP dài hơn so với đặc tả.

4.4.3. DLS

Liên kết trực tiếp (Direct Link) cho phép kết nối trạm-trạm được tiến hành trực tiếp mà không phải qua AP điều phối. Khung dữ liệu sẽ được truyền trực tiếp giữa các trạm trong cùng một vùng phủ sóng, điều này làm giảm tải cho AP và tăng tính độc lập của các trạm.

Chương V. Các kĩ thuật đánh giá chất lượng dịch vụ mạng cục bộ không dây

Cùng với sự phát triển của các mạng cục bộ không dây (WLANs), yêu cầu chính được đưa ra là chạy các ứng dụng thời gian thực trên mạng cục bộ không dây giống như trên các mạng cáp hữu tuyến có dây.

Chuẩn IEEE 802.11 là chuẩn cho WLANs được sử dụng rất phổ biến hiện nay. Nó có một chế độ xác định sự khác biệt của dịch vụ, chỉ ra yêu cầu nào thực hiện tối, sử dụng các liên kết nghèo nàn. Chúng ta sẽ nghiên cứu và đánh giá một số mô hình chất lượng dịch vụ cho mạng LAN không dây IEEE 802.11 trong phần này.

5.1. Cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ mạng không dây ban đầu của bộ chuẩn IEEE 802.11

IEEE 802.11 có hai cơ chế truy cập môi trường lan truyền khác nhau là truy cập môi trường sử dụng hàm điều phối phân tán (Distributed Coordinator Function) viết tắt là DCF và truy cập môi trường sử dụng hàm điều phối điểm (Point Coordinator Function) viết tắt là PCF. DCF được sử dụng chính và được cài đặt trên hầu hết các thiết bị mạng không dây trong khi PCF chỉ xuất hiện trên một số thiết bị mạng nhất định sau này. 802.11 có thể hoạt động ở cả hai chế độ contention-based DCF và contention-free PCF. Nó cũng hỗ trợ hai loại truyền: không đồng bộ và đồng bộ. Chế độ truyền không đồng bộ được cung cấp bởi DCF và được triển khai trên hầu hết các trạm sử dụng chuẩn 802.11. Chế độ truyền đồng bộ được cung cấp bởi PCF và được triển khai dựa trên cơ chế kiểm soát vòng (polling-based access). Không giống như DCF, sự triển khai của PCF không được phổ biến. Lý do là tại thời điểm đó rào cản công nghệ khiến cho sự triển khai PCF được xem như phức tạp và tốn kém. Hơn nữa, PCF bản thân nó lại dựa trên dịch vụ không đồng bộ được cung cấp bởi DCF. Theo như đặc tả chuẩn, một nhóm các trạm được điều phối bởi DCF hoặc PCF được gọi là tập dịch vụ cơ bản (Basic Service Set – BSS). Vùng được bao phủ bởi BSS được gọi là vùng dịch vụ cơ bản (Basic Service Area – BSA), tương tự như một tế bào trong mạng di động. Phần trên cũng đã đề cập đến hai chế độ hoạt động là

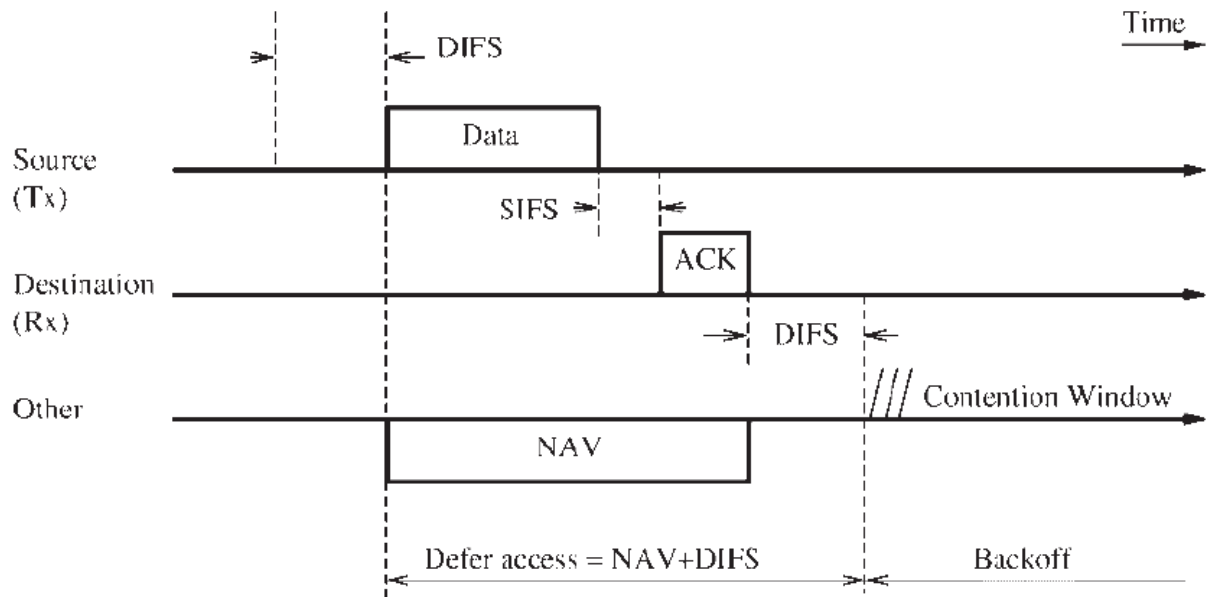
ad-hoc và infrastructure. Chú ý rằng DCF có thể hoạt động ở cả hai chế độ nêu trên trong khi PCF chỉ hoạt động trong chế độ infrastructure .

5.1.1. DCF

DCF là phương thức truy cập cơ bản của IEEE 802.11. Nó sử dụng thuật toán đa truy cập cảm nhận sóng mang có xử lý xung đột (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - CSMA/CA) để điều phối việc truy cập trong vùng phủ sóng chia sẻ. Trong chế độ này, một trạm sẽ phải cảm nhận môi trường truyền trước khi khởi tạo việc truyền gói tin. Hai kỹ thuật cảm nhận sóng mang có thể được dùng ở đây là: cảm nhận sóng mang PHY với giao diện không khí và cảm nhận sóng mang ảo (virtual carrier sensing) làm việc ở tầng MAC. Điều này đã được đề cập ở trên vì đối với các hệ thống mạng cục bộ không dây chỉ có hai tầng dưới cùng trong mô hình OSI là khác biệt, còn các tầng ở mức trên (từ LLC trở lên) là tương đồng với các hệ thống mạng có dây Ethernet. Điều này cũng lý giải tại sao mạng cục bộ không dây có thể hoạt động bình thường trên các mạng sử dụng giao thức TCP/IP mà không hề bị thay đổi.

Cơ chế cảm nhận sóng mang PHY sẽ tiến hành phát hiện sự tồn tại của các STAs khác bởi việc phát hiện tất cả các gói tin và sự hoạt động của các kênh liên quan thông qua độ mạnh / yếu của tín hiệu từ các trạm khác. Trong khi đó cơ chế cảm nhận sóng mang ảo (virtual carrier sensing) có thể được sử dụng bởi một STA để thông báo cho tất cả các STAs khác trong cùng một BSS biết kênh truyền sẽ được chiếm dụng bao lâu cho việc truyền frame của trạm đó. Vì mục đích này, trạm gửi có thể thiết lập trường thời gian truyền trong MAC header của frame dữ liệu hoặc sử dụng trường RequestToSend (RTS) và ClearToSend (CTS) của frame điều khiển.

Như vậy sau khi được thông báo, các STAs khác có thể cập nhật bộ đếm cục bộ của chúng tương ứng với khoảng thời gian đã được chỉ ra ở trên. Quá trình này được gọi là vector cấp phát mạng (Network Allocation Vector – NAV) và được mô tả trong hình dưới đây:



Hình 10. Lược đồ điều khiển truy cập cơ bản DCF của CSMA/CA.

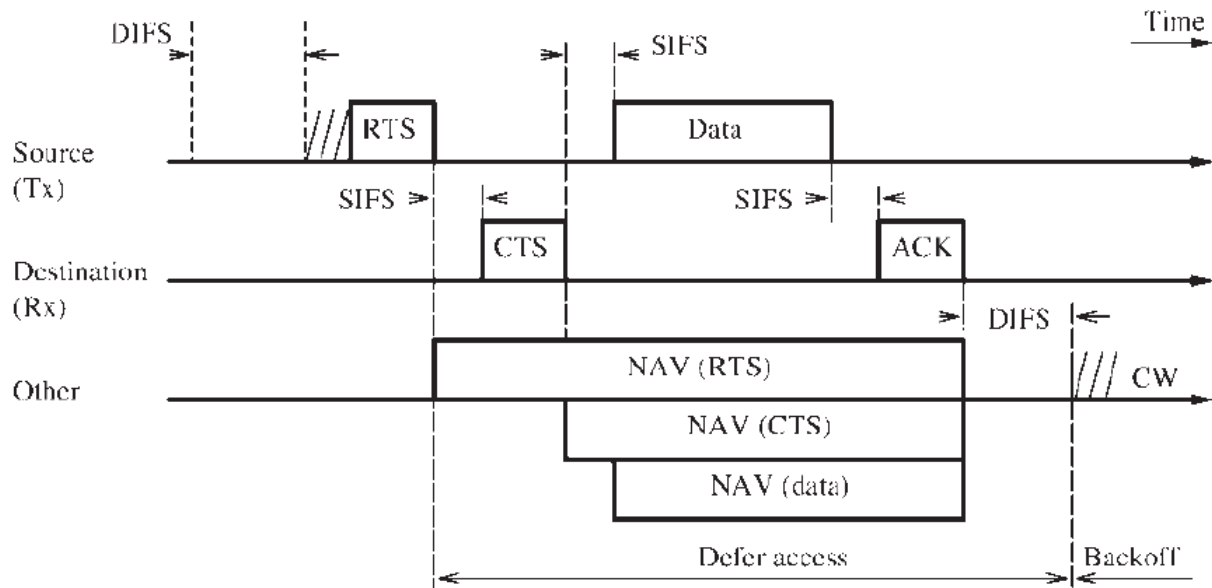
Như chỉ ra trong hình trên, nếu một gói tin vào một hàng đợi rỗng và đường truyền ở trạng thái rỗi (idle) cho một khoảng thời gian lớn hơn giá trị của DIFS (Distributed InterFrame Space), trạm nguồn có thể bắt đầu truyền ngay lập tức. Trong khi đó, các trạm khác trì hoãn việc truyền và điều chỉnh NAV của chúng và quá trình backoff được khởi động. Trong quá trình này, STA tính toán một chu kỳ ngẫu nhiên, gọi là Backoff_timer, lựa chọn từ cửa sổ tranh chấp (Contention Window - CW):

$$Backoff_timer = rand[0, CW] * slot_time$$

Trong đó $CW_{min} < CW < CW_{max}$ và slot_time phụ thuộc vào loại tầng PHY. Backoff_time sẽ giảm chỉ khi môi trường lan truyền rỗi (idle). Mỗi khi đường truyền chuyển sang trạng thái rỗi, STA đợi cho DIFS và liên tục giảm backoff_timer. Đến khi backoff_timer hết hạn, STA sẽ được xác thực để truy cập môi trường lan truyền. Một cách hiển nhiên, ta thấy rằng xung đột sẽ xuất hiện nếu như có từ hai STAs bắt đầu quá trình truyền đồng thời. Không giống như trong các hệ thống mạng có dây, việc phát hiện đụng độ trong môi trường không dây không thể phụ thuộc vào sự khác nhau về mức năng lượng (power level) của quá trình truyền và nhận được (điều này dễ hiểu vì năng lượng của sóng truyền phụ thuộc nhiều vào khoảng cách). Bởi vậy ở

đây, một gói ack chủ động (positive acknowledge) sẽ được sử dụng để thông báo cho người gửi biết rằng frame truyền đã được gửi thành công hay không. Nếu như bên gửi không nhận được ACK, người gửi giả thiết rằng frame truyền đã bị xung đột và vì vậy nó sẽ lập lịch để gửi lại và lại bắt đầu vào quá trình backoff. Để giảm khả năng xảy ra đụng độ, sau mỗi lần thử truyền không thành công, giá trị của CW được tăng gấp đôi đến khi đạt đến giá trị CW_{max} . Còn sau mỗi lần truyền thành công, CW sẽ được thiết lập về giá trị cố định CW_{min} .

Các trạm ẩn (hidden terminals) là các STAs mà người nhận có thể nghe thấy nhưng lại không thể được phát hiện bởi người gửi. Do vậy, các gói tin từ những người gửi khác nhau sẽ xung đột với cùng một người nhận. Để giải quyết vấn đề các trạm ẩn, lược đồ RTS/CTS được đề xuất. Nguồn sẽ gửi một frame RTS (kích thước nhỏ - 20 bytes) trước khi truyền mỗi frame, bên nhận sẽ trả lời bằng một frame CTS (kích thước 14 bytes). Hình sau sẽ mô tả hoạt động của lược đồ truy cập RTS/CTS.



Hình 11. Lược đồ truy cập RTS/CTS.

Sau khi nguồn nhận được frame CTS, nó sẽ bắt đầu quá trình truyền frame. Như vậy, tất cả các trạm khác nghe thấy có tín hiệu RTS, CTS hoặc một frame dữ liệu trong cùng BSS có thể cập nhật lại NAV của chúng và sẽ không tiến hành truyền

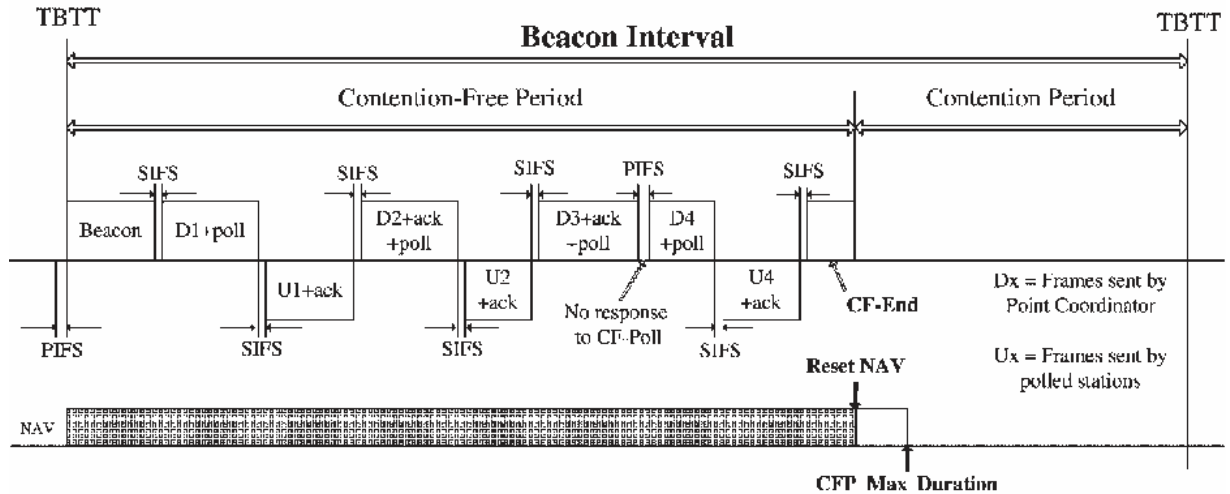
dữ liệu cho đến khi quá trình đếm ngược NAV đạt đến 0. Như vậy, xung đột vẫn có khả năng xảy ra tuy nhiên là trong một khoảng thời gian ngắn của RTS (20 bytes) hoặc CTS (14 bytes) nếu so với khoảng thời gian truyền của một frame dữ liệu (có thể lên đến 2346 bytes). Việc huỷ bỏ RTS hoặc CTS vì vậy cũng không quá tốn kém và mất công nếu phải truyền lại, vì vậy lược bỏ RTS/CTS cải thiện hiệu năng của lược đồ DCF một cách đáng kể trong nhiều trường hợp.

Chi phí của việc gửi frame RTS/CTS sẽ phải tính đến trong trường hợp kích thước của khung dữ liệu là nhỏ vì vậy kênh truyền được sử dụng một cách **sub-optimally**.

Hơn nữa, lỗi không có khả năng sửa trong một frame lớn dẫn đến sự lãng phí băng thông và thời gian truyền nhiều hơn so với một lỗi trong frame nhỏ hơn. Vì vậy một tham số tối ưu hoá của ngưỡng phân mảnh được sử dụng. Điều này có nghĩa là khi kích thước khung dữ liệu đạt đến một ngưỡng nào đó, khung dữ liệu sẽ được phân chia thành một vài frame mức MAC.

5.1.2. PCF

PCF là phương thức truy cập tập trung dựa trên nguyên tắc kiểm soát vòng (polling). Phương pháp này yêu cầu một điểm truy cập (Access Point – AP) hoạt động giống như một điểm điều phối (Point Coordinator - PC). Nếu trong một BSS có thiết lập cho phép PCF hoạt động, thời gian truy cập kênh được phân chia thành các chu kỳ tuần hoàn gọi là các chu kỳ mốc (beacon interval).



Hình 12. Chu trình PCF và DCF.

Một chu kỳ mốc là kết hợp của một CFP (Contention Free Period) và một CP (Contention Period). Trong quá trình CFP, PC duy trì một danh sách các trạm đã đăng ký và hỏi vòng từng STA theo như thứ tự của chúng trong danh sách. Sau đó, khi một trạm đến lượt, trạm đó được quyền truyền frame dữ liệu. Vì mọi STA được phép truyền một độ dài tối đa của khung, thời gian tối đa CFP cho mọi STAs có thể biết được và được quyết định bởi PC, được gọi là *CFP_max_duration*. Thời gian sử dụng bởi PC để sinh ra frame mốc được gọi là thời gian truyền mốc (Target Beacon Transmission Time – TBTT). Trong mốc, điểm điều phối chỉ ra TBTT kết tiếp và quảng bá nó cho các trạm trong phạm vi phủ sóng BSS. Để đảm bảo chắc rằng không có trạm DCF nào ngắt hoạt động của PCF, điểm điều phối sẽ đợi PCF InterFrame Space (PIFS). Điều này sẽ giúp tăng hiệu năng hoạt động của hệ thống bởi vì PIFS ngắn hơn so với DIFS. Như vậy sau khi có PIFS, PC sẽ bắt đầu PCF. Sau đó, tất cả các trạm khác sẽ thiết lập NAV của chúng về giá trị *CFP_max_duration*. Trong trường hợp mốc bị trễ, chúng sẽ thiết lập về khoảng thời gian còn lại của CFP. Trong CP, lược đồ DCF được sử dụng và khoảng thời gian mốc phải truyền ít nhất một frame dữ liệu DCF.

Một chuỗi truy cập thông thường trong PCF được chỉ ra ở hình trên. Khi một điểm điều phối đang hỏi vòng (poll) một trạm, nó có thể “cõng” (piggyback) một frame dữ liệu đồng thời đến trạm cùng với CF-Poll, sau đó STA sẽ gửi frame dữ liệu

trả lại kèm ACK sau một chu kỳ SIFS. Khi điểm điều phối kiểm soát vòng ở trạm kế tiếp, nó không chỉ gửi frame dữ liệu đến đích mà còn “cống” kèm một ACK trước đó đã truyền thành công.

Nếu PCF được sử dụng, thời gian được chia thành các “siêu frame” (superframe), trong đó mỗi “siêu frame” bao gồm một khoảng xung đột (Contention) mà DCF được sử dụng và một khoảng không xung đột (Contention Free Period - CFP) mà PCF được sử dụng. CFP được khởi tạo bằng một frame định hướng do trạm cơ sở gửi đi, sử dụng phương pháp truy cập DCF cơ bản. Như vậy CFP có thể được thu gọn lại cho tới khi trạm cơ sở chắc chắn về tình trạng vùng phủ sóng.

Trong suốt thời gian không xung đột (CFP), điểm điều phối (PC) kiểm tra các trạm trong danh sách (sắp xếp theo thứ tự ưu tiên) khi nó xoá để truy cập vào vùng phủ sóng. Để chắc chắn không có các trạm DCF ngắt chế độ vận hành này, IFS (InterFrame Space) giữa các frame PCF sẽ ngắn hơn các IFS thông thường (DIFS). Khoảng thời gian này được gọi là một PIFS (PCF InterFrame Space). Để ngăn việc thiếu trạm chuyển (không được phép trong quá trình gửi PCF), phải luôn luôn có chỗ cho ít nhất một frame có độ dài lớn nhất có thể gửi trong quá trình xảy ra xung đột.

Chú ý rằng hầu hết mọi gói tin được phân chia bởi SIFS trừ một kịch bản sau: nếu một trạm đã được kiểm soát vòng (polled STA) không trả lời PC trong thời gian PIFS, PC sẽ tiếp tục hỏi STA tiếp theo. Những trạm không có tín hiệu trả lời (silent STAs) sẽ bị loại khỏi danh sách sau một vài chu kỳ và có thể được hỏi lại lúc bắt đầu một CFP kế tiếp. Tại mọi thời điểm, PC có thể dừng CFP bởi việc gửi gói CF-End và tất cả các trạm trong BSS phải khởi động lại giá trị NAV của chúng và thử truyền trong CP. Thông thường, PCF sử dụng cơ chế lên lịch round-robin để kiểm soát vòng từng trạm một cách tuần tự theo danh sách vòng nhưng cơ chế kiểm soát vòng dựa trên sự ưu tiên cũng có thể được sử dụng nếu như có các mức chất lượng dịch vụ khác nhau được yêu cầu bởi các trạm..

5.2. Các hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của 802.11 MAC

Chức năng quan trọng nhất của tầng quản lý truy cập môi trường lan truyền (MAC) bao gồm việc quản lý truy cập kênh, đảm bảo chất lượng dịch vụ và cung cấp bảo mật. Liên kết không dây có một số đặc trưng nhất định như tốc độ mất gói tin cao, sự bùng nổ của các khung bị mất, sắp lại thứ tự gói, sẽ gói tin lớn và biến thiên độ trễ. Hơn nữa, đặc trưng của liên kết không dây không phải là hằng số và có thể thay đổi tùy vào không gian và thời gian. Sự di chuyển của người sử dụng gây nên sự thay đổi của đường truyền (end-to-end path), đặc biệt khi sự thay đổi này diễn ra trong vùng giao thoa của hai điểm truy cập (AP) dẫn đến hiện tượng chuyển tạm thời (roaming) trong khi người sử dụng mong đợi nhận được cùng một chất lượng dịch vụ. Điều này nghĩa là điểm truy cập mới (khi tiến hành roaming) cũng phải hỗ trợ QoS như với điểm truy cập hiện thời, điều này trên thực tế khó được đáp ứng. Để làm được điều này thì cần quan tâm đến một số vấn đề sau:

- Sự đa dạng của các loại AP của các hãng khác nhau
- Cơ chế hỗ trợ QoS của các AP có thể được thiết lập ở các chế độ khác nhau
- Sự di động của các AP, các thiết bị đầu cuối....

Như vậy ta cần mô tả các đặc trưng của QoS trong mạng WLAN như tham số hoá hoặc mô tả việc dành ưu tiên của QoS. Thông thường QoS là khả năng của một thiết bị mạng (ví dụ như một trạm, bộ định tuyến, ứng dụng) cung cấp một số mức đảm bảo cho việc truyền dữ liệu một cách nhất quán. Tham số hoá QoS là một yêu cầu chặt chẽ được diễn giải ra một cách rõ ràng dưới dạng lượng hoá như tốc độ truyền dữ liệu, giới hạn trễ, giới hạn biến thiên trễ. Trong đặc tả về lưu lượng (TSPEC), các giá trị này được mong đợi phù hợp với một dịch vụ dữ liệu MAC trong truyền các khung dữ liệu giữa các trạm. Việc sắp ưu tiên QoS được diễn giải theo nghĩa sự phân phối có ưu tiên. Trong lược đồ này, giá trị của các tham số của QoS như tốc độ dữ liệu, giới hạn trễ và giới hạn biến thiên độ trễ có thể biến đổi trong quá trình truyền khung dữ liệu mà không cần phải để dành các tài nguyên cần thiết bởi việc bắt tay

thoả thuận về TSPEC giữa STA và AP. Theo định nghĩa của QoS ở trên, phần này sẽ đưa ra các hạn chế về QoS của hàm MAC của IEEE 802.11

5.2.1. Hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của DCF

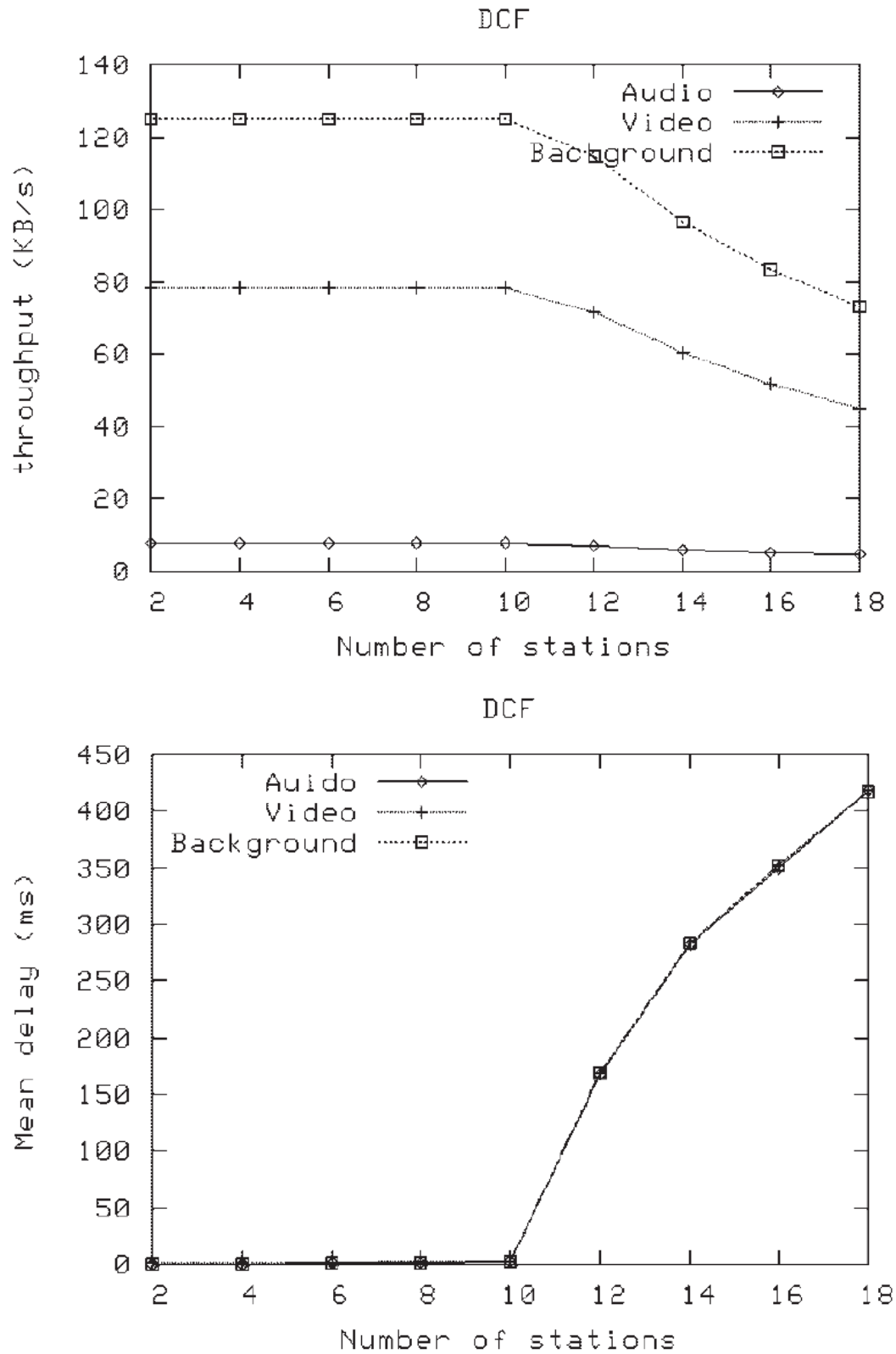
DCF chỉ hỗ trợ các dịch vụ theo khẩu hiệu “best-effort” (cố gắng nỗ lực tối đa) chứ nó không có bất kì một đảm bảo nào về QoS. Thông thường, một số dịch vụ có giới hạn về thời gian như VoIP, hội thảo truyền thanh/truyền hình đòi hỏi băng thông, trễ và biến thiên trễ xác định nhưng có thể cân đối điều chỉnh một số gói mất. Tuy nhiên trong chế độ DCF, tất cả các trạm (STAs) trong một BSS hoàn toàn chia sẻ tài nguyên và kênh với cùng một mức ưu tiên. Không có cơ chế nào phân loại để đảm bảo băng thông, trễ gói tin và biến thiên trễ cho các trạm có thiết lập ưu tiên mức cao hoặc các luồng đa phương tiện (multimedia). Chúng ta có một mô phỏng sau để đánh giá hiệu năng của DCF trong chế độ ad-hoc sử dụng phần mềm mô phỏng ns-2. Cấu trúc hình học của mô phỏng được chỉ ra trong hình sau và giả thiết rằng không có sự di động trong hệ thống.

Mỗi trạm hoạt động ở chế độ IEEE 802.11a PHY mode-6 và truyền ba loại dữ liệu dịch vụ (âm thanh, video và lưu lượng nền) đến các trạm khác. Kích thước gói tin âm thanh là 160 bytes, chu kỳ đến của gói tin là 20ms tương ứng với luồng âm thanh 8kb/s PCM. Luồng video được gửi ở tốc độ 80kb/s, kích thước gói tin là 1280 bytes. Tốc độ gửi của lưu lượng nền là 128kb/s, kích thước gói tin là 1600 bytes. Tất cả các luồng lưu lượng là CBR/UDP và các thông số mô phỏng được tổng kết trong bảng sau.

Bảng 1. Tham số mô phỏng cho 802.11a mode 6.

SIFS	16 μ s	MAC header	28 bytes
DIFS	34 μ s	PLCP header length	4 μ s
ACK size	14 bytes	Preamble length	20 μ s
PHY rate	36 Mbps	CW _{min}	15
Slot time	9 μ s	CW _{max}	1023

Chúng ta sẽ thay đổi tốc độ của tải từ 9.6% đến 90% bởi việc gia tăng số lượng các trạm từ 2 lên đến 18 trạm. Hình 13 chỉ ra kết quả của mô phỏng thông qua hai tham số là thông lượng và độ trễ. Chúng ta có thể thấy được thông lượng trung bình của ba loại luồng tương ứng với ba loại dịch vụ trên mỗi trạm là hầu như ổn định khi tốc độ của tải là nhỏ hơn 70% (tương ứng với số trạm là 10). Ví dụ thông lượng của tín hiệu âm thanh xấp xỉ 7.7kb/s, thông lượng của video xấp xỉ 78kb/s, thông lượng của tín hiệu nền là xấp xỉ 125kb/s và độ trễ là nhỏ hơn 4 ms. Khi số trạm lớn hơn 10, thông lượng của cả ba giảm đi rất nhanh, ví dụ thông lượng trong khoảng 60% khi số lượng trạm là 18 (90% tải). Hơn nữa, trễ trung bình của ba luồng tăng đến 420 ms và bằng nhau trên cả 3 loại luồng. Mô phỏng này chỉ ra một cách rõ ràng rằng không có sự khác biệt về thông lượng và trễ giữa các loại luồng khác nhau bởi vì ở đây chỉ có một hàng đợi duy nhất được chia sẻ và dùng chung cho cả ba luồng. Bởi vậy kết quả cho ta cùng một độ trễ là hoàn toàn đúng với lý thuyết. Do vậy, cũng sẽ không có cách thức gì để đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các loại tín hiệu âm thanh và video, những loại thực sự cần có độ ưu tiên cao.



Hình 13. Thông lượng và hiệu năng trễ của DCF.

5.2.2. Hạn chế về hỗ trợ chất lượng dịch vụ của PCF

Mặc dù PCF được thiết kế để hỗ trợ cho các giới hạn thời gian của các ứng dụng đa phương tiện, chế độ này có ba vấn đề chính khiến cho hiệu năng về chất lượng dịch vụ chỉ được đảm bảo ở mức độ thấp. Đầu tiên là lược đồ kiểm soát vòng tập trung (central polling scheme) là một câu hỏi. Mọi truyền thông giữa hai trạm trong cùng một BSS đều phải thông qua AP, bởi vậy số số kênh băng thông sẽ bị lãng phí. Khi loại lưu lượng tăng, một số lượng lớn kênh tài nguyên sẽ bị lãng phí. Thứ hai là sự hợp tác giữa chế độ CP và CFP có thể dẫn đến trễ không tiên đoán trước được. Điểm điều phối (PC) lên lịch tại TBTT cho các chu kỳ CFP, sau đó các mốc này sẽ được truyền khi đường truyền rảnh rỗi cho một chu kỳ thời gian dài hơn một DIFS. Bởi vậy, tùy thuộc vào môi trường lan truyền không dây là rỗi hay bận xung quanh TBTT, khung mốc có thể bị trễ. Trong các chuẩn 802.11 cũ hiện tại, các trạm được bắt đầu quá trình truyền của chúng thậm chí nếu sự truyền của khung không thể kết thúc trước mốc TBTT tiếp theo. Khoảng thời gian của mốc được truyền sau khi TBTT trì hoãn sự truyền của khung giới hạn thời gian có thể làm ảnh hưởng đến hiệu năng QoS trong mỗi CFP. Trong tình huống tồi nhất, trễ tối đa cho khung mốc có thể là 4.9 ms đối với chuẩn IEEE 802.11a và trễ khung mốc trung bình có thể đạt tới 250 ms. Thứ ba, thời gian truyền của một vòng kiểm soát trạm gặp khó khăn trong kiểm soát. Một vòng kiểm soát trạm được cho phép gửi một khung với kích thước trong khoảng 0 đến 2346 bytes dẫn đến sự biến động của thời gian truyền. Hơn nữa, tốc độ vật lý của vòng kiểm soát trạm có thể được thay đổi tùy theo trạng thái của kênh do vậy rất khó khăn trong việc tiên đoán thời gian truyền của AP. Điều này là một rào cản cho AP để đảm bảo cung cấp QoS cho các trạm khác trong danh sách vòng trong phần còn lại của CFP. Tất cả những giới hạn trên cho cả DCF và PCF dẫn đến có một số lượng lớn các hoạt động nghiên cứu nhằm cải thiện hiệu năng chất lượng dịch vụ cho IEEE 802.11 MAC.

5.3. Các lược đồ hỗ trợ chất lượng dịch vụ cải tiến cho 802.11

MAC

Bình thường, chất lượng dịch vụ trong các hệ thống mạng cục bộ có dây là không thực sự cần thiết do băng thông của tầng vật lý là rất đủ (tốc độ 1 Gbps hiện tại là tốc độ thông dụng trong các hệ thống switch của mạng cục bộ của doanh nghiệp, trong khi đó tốc độ 10 Gbps tương ứng với chuẩn 802.3ae sẽ sớm ra mắt trong nay mai). Tuy nhiên, mạng cục bộ không dây có một số đặc trưng phân biệt so với mạng có dây: tốc độ bit lỗi cao, trễ cao và băng thông thấp. Đặc trưng của mạng không dây khiến cho việc tạo ra kênh truyền tốc độ cao là rất khó đạt được. Tỷ lệ lỗi ở tầng vật lý cao hơn ba lần của mạng cục bộ có dây. Hơn nữa, tỷ lệ độn độ cao và tần suất phải truyền lại cao gây ra sự không thể tiên đoán trước về trễ và biến thiên trễ, đây là những nhân tố chính ảnh hưởng đến chất lượng truyền các loại tín hiệu âm thanh và video thời gian thực. Việc cải thiện hàm điều phối chất lượng dịch vụ sẽ làm giảm các vấn đề kể trên đặc biệt là tập trung vào việc gán thứ tự ưu tiên cho các khung, ngăn chặn độn độ để đạt đến những yêu cầu về trễ và biến thiên trễ trong môi trường di động.

Hiện tại, có hai hướng kiến trúc tiếp cận chính để bổ sung chất dịch vụ trong mạng Internet: tích hợp dịch vụ (IntServ) và phân loại dịch vụ (DiffServ). IntServ cung cấp sự đảm bảo dịch vụ được làm mịn (fine-grained) đến từng luồng riêng rẽ. Nó đòi hỏi mỗi module trong mỗi bước truyền (hop) của tuyến IP phải để dành tài nguyên cho mỗi phiên. Tuy nhiên, IntServ không được triển khai vì nó đòi hỏi trạng thái thiết lập trong tất cả mọi tuyến trên đường đi là không được mở rộng. Ngược lại, DiffServ chỉ cung cấp khung quản lý dạng thô (coarse-grained) để tập hợp các luồng. DiffServ cố gắng địa chỉ vấn đề mở rộng liên kết với IntServ bởi việc biết được trạng thái được yêu cầu chỉ ở cạnh của miền DiffServ. Tại cạnh, các gói tin được phân loại vào các luồng, các luồng này được đánh dấu, áp chính sách và được nhận diện để tạo ra được một đặc tả về lưu lượng (Traffic Conditioning Specification – TCS). Theo cách này, chất lượng dịch vụ đơn giản và hiệu quả hơn được xây dựng từ các thành tố trong quá trình triển khai sớm và chất lượng Internet diện rộng có thể mở ra ở những

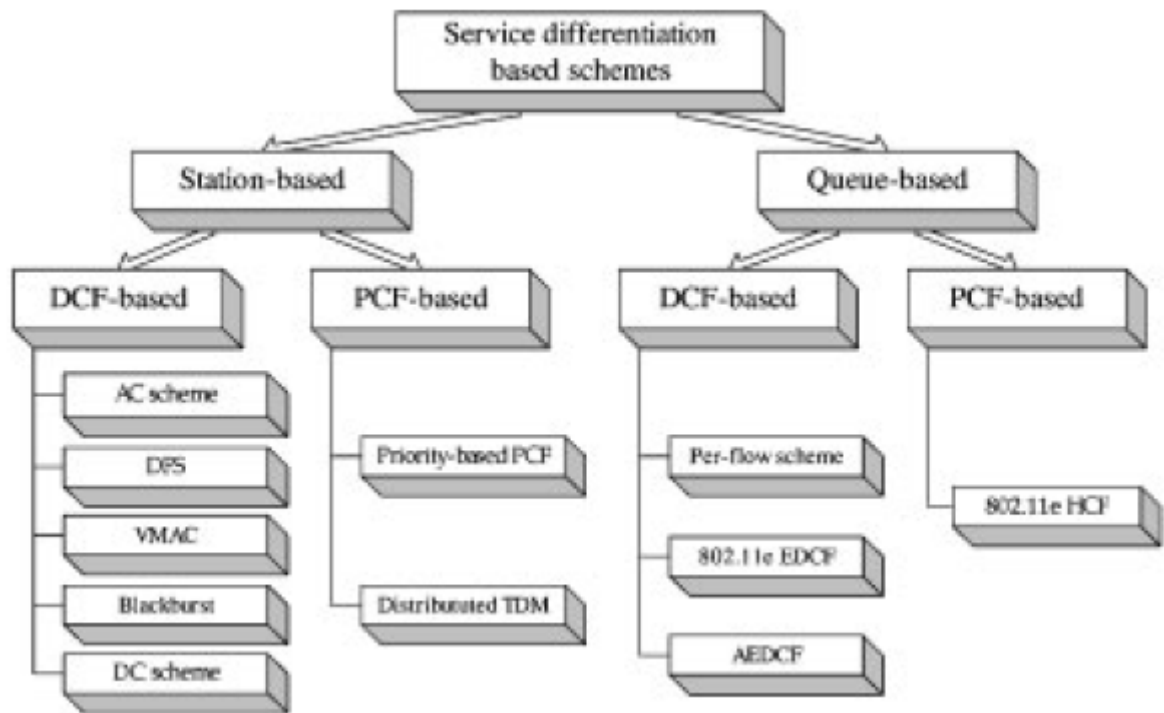
cấu trúc phức tạp hơn. Tuy nhiên cho đến nay, DiffServ cũng vẫn chưa được triển khai chính thức một cách rộng rãi bởi vì khó có thể ánh xạ giữa các miền dịch vụ khác nhau hoặc các mạng con khác nhau. Vấn đề của cả hai lược đồ IntServ và DiffServ dẫn đến hoạt động của tầng tích hợp dịch vụ dựa trên tầng đặc tả liên kết (Integrated Services over Specific Link Layers - ISSLL). Hiện tại nó đang được phát triển bởi IETF. Một ý tưởng chính để cung cấp QoS bằng IntServ dựa trên việc phân đoạn mạng sử dụng DiffServ. Giải pháp này duy trì tín hiệu IntServ, quản lý dựa trên trễ và định nghĩa dịch vụ IntServ. Cạnh của mạng bao gồm các vùng thuần IntServ. Tuy nhiên, lõi của mạng được coi như một vùng DiffServ và tất cả các luồng được ánh xạ thành một vài lớp DiffServ ở ranh giới. Như vậy để hỗ trợ các loại tiếp cận về IP QoS trong mạng cục bộ không dây 802.11, nhiều loại lược đồ cải tiến khác nhau đã được đề xuất trong cả hai chế độ ad-hoc và chế độ cơ sở hạ tầng (infrastructure).

Trong phần này, chúng ta phân loại và đánh giá hiệu năng của một số lược đồ chính. Vì mọi dịch vụ trong các ứng dụng đa phương tiện đều đòi hỏi về các tham số như băng thông, trễ, biến thiên trễ và tỷ lệ mất gói nên trong các thử nghiệm mô phỏng ta đều tập trung vào những tham số này để đánh giá xem cơ chế nào cho kết quả tốt và trong tình huống nào.

5.3.1. Lược đồ cải tiến dựa trên sự phân loại dịch vụ

Các lược đồ dựa trên sự phân loại dịch vụ

Đầu tiên, cải tiến chất lượng dịch vụ có thể được hỗ trợ bởi việc bổ sung sự phân biệt dịch vụ vào tầng quản lý truy cập môi trường lan truyền (MAC layer). Điều này có thể đạt được bởi việc thay đổi các tham số định nghĩa cách thức một trạm (STA) hoặc một luồng làm như thế nào có thể truy cập môi trường lan truyền không dây. Hiện tại các lược đồ dựa trên sự phân biệt dịch vụ có thể được phân chia tương ứng với nhiều đặc trưng. Ví dụ, một điều kiện cho sự phân loại có thể là lược đồ dựa trên sự phân loại trên từng trạm (per-STA) hay trên từng hàng đợi (per-Queue). Cũng có thể dựa trên tiêu chí sử dụng hàm điều phối loại DCF hoặc PCF. Chúng ta có thể theo dõi hình vẽ sau, mô tả về các tiêu chí phân loại:



Hình 14. Sự phân loại dịch vụ của các lược đồ dựa trên sự phân loại.

Hình trên chỉ ra hai mức phân loại. Như đã nói ở trên, chúng ta có thể phân loại dựa vào tiêu chí trên từng trạm hoặc trên từng hàng đợi ở mức thứ nhất. Ở mức thứ hai có thể là giữa DCF so với PCF. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu tập trung vào lược đồ cải tiến dựa trên trạm sử dụng DCF. Một số nghiên cứu gần đây lại tập trung vào lược đồ cải tiến sử dụng hàm điều phối lai dựa trên từng hàng đợi (trong đó hàm điều phối là sự kết hợp của PCF và DCF) vì lược đồ dựa trên từng hàng đợi cho hiệu năng hiệu quả hơn.

5.3.1.1. Các loại lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên trạm

5.3.1.1.1. Lược đồ AC

phần tài liệu tham khảo thứ 3 đã mô tả rõ về lược đồ này. Trong lược đồ này, Aad và Castelluccia đã đề xuất ba kỹ thuật:

a. Hàm truyền lại tăng (Different Backoff increase function): mỗi mức ưu tiên có một hàm truyền lại tăng khác nhau. Việc gán một cửa sổ tranh chấp ngắn với một trạm có mức ưu tiên cao hơn đảm bảo rằng trong hầu hết mọi trường hợp, trạm có mức ưu tiên cao sẽ được ưu tiên truy cập kênh hơn trạm có mức ưu tiên thấp. Phương pháp này thay đổi cửa sổ tranh chấp của mức ưu tiên j sau i lần thử truyền như sau:

$$CW_{new} = P_j^{2+i} * CW_{old}$$

trong đó P_j là thừa số sử dụng để đạt được sự phân biệt dịch vụ có giá trị cao hơn cho các trạm có mức ưu tiên thấp hơn. Kinh nghiệm chỉ ra rằng lược đồ này thực hiện tốt với lưu lượng UDP nhưng lại không tốt đối với lưu lượng TCP bởi vì tất cả các gói ACK của TCP có cùng mức ưu tiên, điều này ảnh hưởng đến cơ chế phân loại dịch vụ.

b. DIFS phân biệt : mỗi trạm có DIFS khác nhau tùy theo mức ưu tiên của chúng. Trong IEEE 802.11, gói tin ACK có mức ưu tiên cao hơn các gói dữ liệu. Một gói ACK được gửi sau khi cảm nhận môi trường trong khoảng thời gian SIFS, ngược lại môi trường lan truyền được cảm nhận trong một khoảng thời gian dài hơn (bằng DIFS) để gửi một gói dữ liệu. Cùng một ý tưởng đó được sử dụng để thiết lập ưu tiên cho khung dữ liệu khi sử dụng lược đồ truy cập DCF. Trong hướng tiếp cận này, mỗi mức ưu tiên có một DIFS khác nhau, ví dụ $DIFS_{j+1} < DIFS_j$. Do vậy trước khi truyền một gói, trạm có mức ưu tiên $j+1$ sẽ đợi cho một chu kỳ rồi với khe thời gian dài $DIFS_{j+1}$ ngắn hơn của trạm với mức ưu tiên j . Để tránh va chạm xảy ra giữa các khung có cùng mức ưu tiên, cơ chế truyền lại được duy trì theo cách mà kích thước cửa sổ tranh chấp lớn nhất được thêm vào $DIFS_j = DIFS_{j-1} - DIFS_j$. Điều này đảm bảo rằng không có trạm có mức ưu tiên j nào có khung trong hàng đợi khi trạm có mức ưu tiên $j-1$ bắt đầu truyền.

Vấn đề chính trong lược đồ này là các lưu lượng có mức ưu tiên thấp sẽ phải đợi miễn là trong hàng đợi có các khung với mức ưu tiên cao. Bởi vậy, vùng ngẫu nhiên lớn nhất (Random Range - RR_j) sau $DIFS_j$ có thể được tạo ra lớn hơn $DIFS_{j-1} - DIFS_j$. Trong trường hợp này, một gói thất bại khi truy cập kênh ở lần thử thứ nhất sẽ

bị giảm mức ưu tiên sau vài lần thử liên tiếp tùy thuộc vào giá trị của DIFS và RR. Kinh nghiệm chỉ ra rằng, sẽ không có vấn đề truyền lại với TCP nhưng TCP ACK cũng sẽ giảm hiệu quả của sự phân loại dịch vụ bởi ACK có cùng mức ưu tiên.

c. Độ dài khung lớn nhất biến đổi: mỗi trạm có một độ dài khung lớn nhất khác nhau tùy theo mức ưu tiên của chúng, vì vậy một trạm có mức ưu tiên cao có thể truyền nhiều thông tin hơn trạm có mức ưu tiên thấp. Để triển khai, hai khả năng cần được thảo luận: một là để huỷ bỏ gói tin vượt quá độ dài khung lớn nhất được gán cho trạm và vấn đề còn lại là việc phân mảnh gói tin vượt quá độ dài khung tối đa cho phép. Cơ chế này được sử dụng để tăng cả sự độ tin cậy và sự phân biệt của quá trình truyền và làm việc tốt cho cả luồng TCP và UDP. Tuy nhiên trong môi trường có nhiễu, gói tin dài thường bị lỗi nhiều hơn các gói tin có kích thước nhỏ hơn và điều này làm giảm hiệu quả của sự phân loại dịch vụ.

5.3.1.1.2. *Lược đồ DFS*

Để đảm bảo cả sự ưu tiên và công bằng, Vaidya và Al đã đề xuất một lược đồ truy cập gọi là DFS (Distributed Fair Scheduling – cơ chế lập lịch công bằng phân tán) trong đó sử dụng ý tưởng của SCFQ (Self Clocked Fair Queueing) trong miền không dây. Trong DFS, quá trình truyền lại (backoff) luôn luôn được khởi tạo trước khi truyền khung. Sự khác biệt với cơ chế DCF của 802.11 ở chỗ chu kỳ truyền lại được tính toán như một hàm số của kích thước gói tin và trọng số của trạm. Hàm số này có thể ở dạng tuyến tính, hàm số mũ hoặc bình phương.

Ví dụ, trong lược đồ tuyến tính, chu kỳ truyền lại được thiết lập tỷ lệ thuận với kích thước của gói tin (l) và tỷ lệ nghịch với trọng số của trạm (ϕ). Công thức có dạng:

$$B = \left\lceil p * \left\lfloor \text{Scaling_factor} * l / \phi \right\rfloor \right\rceil$$

trong đó *Scaling_factor* được sử dụng để điều chỉnh chu kỳ truyền lại đến một giá trị thích hợp và p là một biến ngẫu nhiên chuẩn trong khoảng $[0.9, 1.1]$. Điều này khiến cho những trạm có trọng số thấp sinh ra chu kỳ truyền lại dài hơn so với các trạm có trọng số cao, bởi vậy sẽ có mức ưu tiên thấp hơn. Sự công bằng đạt được bởi việc có tính đến kích thước của gói, điều này khiến cho những luồng với kích thước gói tin nhỏ hơn thường được gửi thường xuyên hơn. Nếu va chạm xuất hiện, một chu kỳ truyền lại mới sẽ được tính toán sử dụng giải thuật truyền lại gốc của IEEE 802.11 DCF. Tuy nhiên do sự phức tạp nên giải thuật này gặp giới hạn trong việc triển khai.

5.3.1.1.3. Lược đồ VMAC

Dựa trên DCF, Campbell và Al đề xuất một đánh giá về chất lượng dịch vụ hoàn toàn phân tán, giám sát sóng radio và tiếp cận quản lý giám sát để hỗ trợ sự phân loại dịch vụ. Giải thuật MAC ảo (Virtual MAC – VMAC) giám sát kênh radio và ước lượng mức dịch vụ có thể đạt được cục bộ. VMAC tiến hành thống kê mức MAC có liên quan đến chất lượng dịch vụ như trễ, biến thiên trễ, độ trễ gói và mất gói. Giải thuật VMAC hoạt động ở chế độ song song trong các trạm mobile nhưng nó không quản lý việc truyền các gói tin thực sự như trong MAC. Điều này lý giải tại sao gọi là MAC ảo. Ưu điểm của VMAC là nó có thể ước lượng thống kê có sắp thứ tự so với thống kê hiệu năng thứ nhất (first-order performance statistics) mà không gặp trở ngại lớn. Theo cách này, các phương pháp phân tích và quản lý lưu lượng phức tạp có thể được áp dụng. Hơn nữa giải thuật nguồn ảo có thể được ứng dụng để ước lượng chất lượng dịch vụ ở mức ứng dụng. Nguồn ảo (Virtual Source – VS) cho phép tham số ứng dụng được tối ưu tương ứng với điều kiện động dựa trên đường cong trễ ảo (virtual delay curves). Mục tiêu cuối cùng của VMAC là để ước lượng các tham số QoS trong kênh radio được chính xác, đảm bảo vì các vấn đề có liên quan đến sự phân loại dịch vụ là chưa đủ cho các dịch vụ thời gian thực. Hơn nữa, lược đồ này sử dụng sự phân loại định thời truyền lại: $CW_{\min}^{high-pri} < CW_{\min}^{low-pri}$,

$$CW_{\max}^{high-pri} < CW_{\max}^{low-pri}$$

Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng:

a. Khi những giải thuật ảo phân tán được áp dụng để quản lý giám sát kênh radio thì trạng thái ổn định toàn cục được duy trì mà không cần đến sự quản lý tài nguyên tập trung phức tạp.

b. Sự phân loại trễ có thể được tăng bởi sự tăng khe hở giữa $CW_{\min}^{high-pri}$ và $CW_{\min}^{low-pri}$, nghĩa là giảm $CW_{\min}^{high-pri}$ và tăng $CW_{\min}^{low-pri}$

Điều này dẫn đến việc sẽ giảm trễ với lưu lượng ưu tiên mức cao và tăng trễ lên với các lưu lượng ưu tiên mức thấp so với trước đó. Tuy nhiên, một sự không thuận lợi với lược đồ VMAC là sự tương tác giữa các ứng dụng và lớp MAC sẽ trở nên phức tạp.

5.3.1.1.4. Lược đồ Blackburst

Sobriho và Krishnakumar đề xuất lược đồ Blackburst¹. Mục tiêu chính của Blackburst là giảm thiểu trễ của lưu lượng thời gian thực. Không giống như các lược đồ khác, họ đưa ra một số yêu cầu cần đáp ứng với các trạm có mức ưu tiên cao. Mọi trạm có mức ưu tiên cao có thể truy cập môi trường truyền với cùng một chu kỳ t_{sch} và chu kỳ này là hằng số. Khả năng bị kẹt môi trường cho một khoảng thời gian. Khi một trạm có mức ưu tiên cao muốn gửi một khung, nó sẽ cảm nhận môi trường đến khi chắc rằng có một chu kỳ rồi PIFS và gửi khung. Nếu môi trường bận, trạm đợi cho đến khi môi trường rỗi một PIFS và sau đó bắt đầu vào một Blackburst CP (Contention Period): trạm sẽ gửi một khung gọi là black burst để làm “kẹt” kênh (jam the channel). Độ dài của BlackBurst được xác định bởi thời gian trạm đã đợi để truy cập môi trường và nó được tính như số lượng khe black. Sau khi truyền black burst, trạm nghe môi trường trong một thời gian ngắn (thường nhỏ hơn 1 khe black) để xem nếu như có trạm nào khác gửi một BlackBurst dài hơn hay không. Nếu có điều này chỉ ra rằng có trạm nào khác đã đợi lâu hơn nó và bởi vậy sẽ được truy cập môi trường trước. Nếu như môi trường là rỗi, trạm sẽ bắt đầu gửi khung. Ngược lại nó sẽ đợi cho đến khi môi trường rỗi và bước vào một khoảng thời gian đung độ

¹ Tài liệu tham khảo 12

BlackBurst khác. Sau khi truyền thành công một khung, trạm lên lịch cho lần truyền kế tiếp (sau khoảng thời gian t_{sch}). Điều này dẫn đến một hiệu ứng tốt là các luồng thời gian thực sẽ đồng bộ và chia sẻ môi trường trong một TDMA (Time Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo thời gian). Trong lược đồ Blackburst, trạm có mức ưu tiên thấp sử dụng cơ chế truy cập CSMA/CA bình thường của chuẩn IEEE 802.11. Điều này nghĩa là trừ khi một số lưu lượng mức tiên thấp đến và làm xáo trộn thứ tự, rất ít xung đột hay tranh chấp xảy ra một khi các trạm đã được khởi tạo và đồng bộ với nhau. Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng, Blackburst có thể hỗ trợ được số lượng nút dịch vụ thời gian thực nhiều hơn so với cơ chế truy cập truyền thống CSMA/CA. Ngoài ra sử dụng Blackburst, ta cũng nhận được sự ổn định hơn về dữ liệu và các lưu lượng thời gian thực do không xảy ra va chạm. Trên quan điểm trễ, Blackburst cho trễ và biến thiên trễ rất thấp thậm chí ngay cả khi tải lưu lượng ở mức cao. Trở ngại chính của Blackburst là nó đòi hỏi chu kỳ truy cập là hằng số cho lưu lượng mức cao, ngược lại hiệu năng giảm sút một cách đáng kể.

5.3.1.1.5. Lược đồ DC

Deng và Chang đề xuất lược đồ phân loại dịch vụ² trong đó chỉ yêu cầu thay đổi tối thiểu cơ chế 802.11 DCF. Phần tài liệu tham khảo số 9 đã nói khá rõ về lược đồ này. Lược đồ DC sử dụng hai tham số của IEEE 802.11 MAC, chu kỳ truyền lại và IFS giữa mỗi lần truyền dữ liệu, để cung cấp sự phân loại. Bởi vậy, thời gian truyền lại được chia thành hai phân và mỗi chu kỳ thời gian được kết hợp với hai loại IFS có độ dài khác nhau là PIFS và DIFS. Chi tiết được chỉ ra trong bảng sau:

Priority	IFS	Backoff algorithm
0	DIFS	$B = 2^{2+i}/2 + \lfloor rd \times 2^{2+i}/2 \rfloor$
1	DIFS	$B = \lfloor rd \times 2^{2+i}/2 \rfloor$
2	PIFS	$B = 2^{2+i}/2 + \lfloor rd \times 2^{2+i}/2 \rfloor$
3	PIFS	$B = \lfloor rd \times 2^{2+i}/2 \rfloor$

² Tài liệu tham khảo số 11

Bảng 2. Lược đồ của DC các mức ưu tiên.

Chú thích: rd ở đây là một biến ngẫu nhiên chuẩn trong khoảng $(0, 1)$ và $|x|$ biểu diễn số nguyên lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng x .

Như đề cập của bảng trên, bốn phân lớp ưu tiên được hỗ trợ. Một trạm sử dụng PIFS sẽ có mức ưu tiên cao hơn so với một trạm sử dụng DIFS. Sử dụng lược đồ DC, trạm có mức ưu tiên cao hơn có thời gian đợi ngắn hơn khi truy cập môi trường. Hơn nữa, khi va chạm xuất hiện, trạm có mức ưu tiên cao có thể có nhiều cơ hội truy cập môi trường hơn so với một trạm có mức ưu tiên thấp hơn. Mặt khác, khi không có trạm ưu tiên mức cao sử dụng môi trường, một trạm với mức ưu tiên thấp vẫn có thể sinh ra một thời gian truyền lại dài. Bảng sau tổng hợp sự so sánh của các lược đồ dựa trên trạm khác nhau sử dụng cơ chế DCF cải tiến.

5.3.1.1.6. Bảng so sánh giữa các lược đồ

Lược đồ MAC	Đặc trưng chính	Mặt mạnh	Mặt yếu
Lược đồ AC	Sự phân loại dựa trên hàm truyền lại tăng, DIFS và độ dài khung lớn nhất	Sự phân loại dịch vụ tốt đạt được	Lược đồ này làm việc rất tốt với lưu lượng sử dụng giao thức UDP nhưng không thực hiện tốt với lưu lượng
Lược đồ DFS	Giải thuật lập lịch công bằng được định nghĩa dựa trên kích thước gói tin và trọng số của luồng	Sự công bằng đạt được. Hiệu năng của luồng ưu tiên mức cao được cải thiện	Sự phức tạp trong triển khai của lược đồ này
Lược đồ VMAC	MAC ảo được đề xuất để ước lượng trễ, biến thiên trễ, va chạm gói và mất gói. Sau đó nguồn ảo (Virtual Source) được sử dụng để tối ưu các tham số ứng dụng dựa trên kết quả ước lượng	Các điều kiện của kênh được xem xét. Đường cong trễ ảo có thể được sử dụng bởi ứng dụng để tối ưu các tham số của chúng	Sự phức tạp trong tương tác giữa ứng dụng và tầng MAC

Lược đồ MAC	Đặc trưng chính	Mặt mạnh	Mặt yếu
Lược đồ Blackburst	Khoảng xung đột black burst được sử dụng. Nó chỉ ra thời gian trạm đợi để được truy cập môi trường	Trễ của các lưu lượng thời gian thực mức cao được giảm thiểu. Có sự đồng bộ rất cao giữa các luồng ưu tiên mức cao đạt được khi không có các luồng ưu tiên mức thấp	Nếu hai yêu cầu trên các luồng ưu tiên mức cao không được thỏa mãn, hiệu năng sẽ giảm sút
Lược đồ DC	Thời gian truyền lại được chia làm hai phần. Mỗi phần kết hợp với hai loại IFS để có bốn mức ưu tiên	Sự phân loại dịch vụ đạt được đảm bảo rằng hiệu năng tốt cho lưu lượng có mức ưu tiên cao	Sự bỏ đói của các trạm có mức ưu tiên thấp khi không có trạm ưu tiên mức cao bởi vì chúng sinh ra thời gian truyền lại dài

Bảng 3. So sánh lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên trạm sử dụng các cơ chế cải tiến chất lượng dịch vụ khác nhau

5.3.1.2. Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên trạm sử dụng PCF cải tiến

Vì PCF là một tùy chọn trong chuẩn 802.11, một số nghiên cứu mở rộng PCF dựa trên trạm để hỗ trợ sự phân loại dịch vụ. Tuy nhiên, PCF có thể được sử dụng để cung cấp hỗ trợ phân loại dịch vụ sử dụng lược đồ kiểm soát vòng dựa trên sự ưu tiên thay vì sử dụng giải thuật kiểm soát vòng luân chuyển (Round-Robin Polling algorithm). Thực vậy, AP gửi gói tin kiểm soát vòng dựa trên sự ưu tiên đến trạm kế tiếp trong vùng phủ sóng không dây BSA vì vậy có thể làm cho các trạm có mức ưu tiên khác nhau.

TDMA phân tán: cơ chế này không thay đổi lược đồ kiểm soát vòng của PCF nhưng thay vì thiết lập TDMA như các khe thời gian và mô tả trạm nào ứng với khe thời gian nào để cung cấp sự phân loại dịch vụ nó lại làm như sau. Một khi khe thời gian đã được gán, mỗi trạm biết khi nào nó có thể truyền và sự truyền gói có thể diễn ra với rất ít sự can thiệp từ AP (ngược lại với PCF trong đó AP sử dụng khả năng kiểm soát vòng để truyền trực tiếp mỗi khung)

5.3.1.3. Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên hàng đợi sử dụng DCF cải tiến trên mỗi luồng

Động lực để sử dụng lược đồ phân loại dựa trên hàng đợi đến từ một số nhận định sau đây:

a. Trong lược đồ dựa trên trạm, khi một số nút gửi khung TCP với các mức ưu tiên khác nhau chia sẻ cùng một người nhận, tất cả chúng nhận được khung TCP-ACK với cùng một mức ưu tiên (giới hạn đến cùng mức ưu tiên của người nhận). Điều này sẽ giảm hiệu quả phân loại. Ngoài ra, nếu nút nhận xử lý chậm, sự ưu tiên có liên quan cũng sẽ bị giảm đi

b. Hơn nữa, hiệu quả của sự phân loại cũng sẽ bị giảm nếu nút gửi gửi cùng một lúc hai luồng đến hai nút nhận. Sự tồn tại của nhiều con đường làm mờ nhạt hiệu quả trong kênh không dây khi một bên nhận có thể trong điều kiện kênh truyền tốt (tỷ lệ lỗi thấp) trong khi nút còn lại nằm trong vùng không thuận lợi (tỷ lệ lỗi cao). Điều này dẫn đến cả hai khung của bên nhận phải nằm đợi khá lâu trong hàng đợi của bên gửi

Hai vấn đề trên thúc đẩy việc sử dụng sự phân loại trên từng luồng và trên từng hàng đợi trong đó các nút chia sẻ sử dụng mức ưu tiên khác nhau cho các luồng khác nhau. Phần tài liệu tham khảo số 16 có giới thiệu sự phân loại trên từng luồng và tất cả các gói tin được đặt trong cùng một hàng đợi, độc lập về mức ưu tiên của chúng. Nhưng lược đồ này có giới thiệu một sự tương tác lẫn nhau giữa các mức ưu tiên: khi AP phục vụ một luồng có mức ưu tiên thấp và chậm, tốc độ và hiệu quả tổng thể của AP phụ thuộc vào thời gian chiếm giữ của luồng chậm. Nếu hầu hết thời gian của luồng chiếm giữ AP, thậm chí nếu như có các luồng tốc độ nhanh mức ưu tiên cao, AP phải được thiết lập hoạt động chậm và sự phân loại dịch vụ diễn ra chậm. Một giải pháp có thể là gán các hàng đợi khác nhau cho các luồng khác nhau trong AP. **Mô phỏng**³ chỉ ra rằng với giải pháp này có sự độc lập hoàn toàn giữa các luồng, thậm chí nếu có luồng với mức ưu tiên thấp vượt qua AP, nó cũng không làm chậm lại AP và hiệu quả phân loại là tốt hơn lược đồ một hàng đợi trên mỗi luồng. Chú ý rằng khi sử dụng tiếp cận này với sự phân loại cửa sổ đệm độ tối thiểu (CW_{min}) thì việc tránh khỏi va chạm ở các nút chia sẻ (ví dụ như AP) sẽ thấp hơn các trạm không dây khác. Trên thực tế, khi một hàng đợi đơn trên mỗi tầng con của lớp MAC được sử dụng, chúng ta chỉ có một gói trên mỗi trạm truy cập kênh. Tuy nhiên, khi một trạm có một vài hàng đợi cho nhiều kết nối TCP, có nhiều gói trên mỗi khoảng CW. Đệm độ nội tại trong một trạm sẽ tăng khi có sự gia tăng số lượng kết nối. Xu hướng này được sử dụng để quản lý giám sát và lên lịch truyền (Transmission Opportunity – TXOP) trong lược đồ **EDCF**⁴.

5.3.1.3.1. Lược đồ EDCF

Để đề xuất hiệu năng phân loại tốt hơn lược đồ trên mỗi luồng, IEEE 802.11e EDCF mở rộng cơ chế DCF cơ bản để hỗ trợ đến bốn hàng đợi EDCF trong mỗi trạm và mỗi hàng đợi đấu tranh cho **TXOP (Transmission Opportunity)** trong một trạm để gửi gói tin. Chúng ta sẽ mô phỏng chi tiết về EDCF trong **phần 5.4.1.1**.

³ Tài liệu tham khảo số 16

⁴ Tài liệu tham khảo số 9

5.3.1.3.2. *Lược đồ AEDCF*

Một vấn đề của chế độ ad-hoc EDCF cơ bản là giá trị của CW_{min} , CW_{max} và hàm truyền lại của mỗi hàng đợi là tĩnh. Trong lược đồ thích ứng EDCF (Adaptive EDCF – AEDCF), mức ưu tiên tương ứng được cung cấp bởi sự điều chỉnh kích thước của cửa sổ tranh chấp của từng lớp lưu lượng được đưa vào trong cả yêu cầu của ứng dụng và của mạng. Sau mỗi lần truyền thành công, AEDCF không khởi động lại cửa sổ tranh chấp về CW_{min} , thay vào đó lược đồ đưa vào tính toán tỷ lệ va chạm ước lượng trong từng trạm được biểu diễn bởi f_{curr}^j . Nhân tố nhân lên gấp nhiều lần cho mỗi lớp i được biểu diễn bởi công thức:

$$MF[i] = \min((1 + 2xi) * f_{avg}^j, 0.8) \text{ trong đó } f_{avg}^j = (1 - \alpha)f_{cur}^j + \alpha * f_{avg}^{j-1}$$

với α là một nhân tố để đánh giá độ trơn ($\alpha = 0.8$). Vì vậy, cửa sổ tranh chấp được cập nhật lại như sau:

$$CW_{new}[i] = \max (CW_{min}[i]; CW_{old}[i]*MF[i])$$

Sau mỗi lần độn độ, nhân tố kiên trì PF[i] (persistence factor – PF) được đưa vào trong AEDCF cho sự phân loại trong tương lai. Hiệu năng so sánh giữa AEDCF và lược đồ 802.11e EDCF chỉ ra rằng AEDCF nổi trội hơn EDCF, đặc biệt là trong điều kiện tải lưu lượng cao: AEDCF tăng hệ số sử dụng môi trường lan truyền và giảm hơn 50% tỷ lệ va chạm. Trong khi đạt được sự phân loại trễ, **goodput** thu được cao hơn 25% so với EDCF.

5.3.1.4. *Lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên hàng đợi sử dụng HCF*

Hàm điều phối lai (Hybrid coordination function - HCF) là một lược đồ phân loại dịch vụ dựa trên hàng đợi được đề xuất bởi nhóm làm việc IEEE 802.11e. Sở dĩ có tên là hàm điều phối lai vì nó sử dụng cả hai cơ chế cải tiến của DCF và PCF. Nó là sự kết hợp ưu điểm của phương pháp điều khiển truy cập tranh chấp phân tán (EDCF) và phương pháp truy cập kiểm soát vòng tập trung (PCF). HCF sử dụng điểm truy cập cải tiến chất lượng dịch vụ (QoS enhanced Access Point - QAP) như người quản lý lưu

lượng cho các hàng đợi khác nhau. Cơ chế HCF được thảo luận chi tiết hơn ở **phần 5.4.1**.

5.3.2. Các lược đồ cải tiến dựa trên quản lý lỗi

Song song với các cơ chế tập trung vào cải tiến hàm điều phối như đã nói trong mục 5.3.1, một hướng tiếp cận khác để nâng cao chất lượng dịch vụ là việc cải thiện cơ chế quản lý lỗi. Trong kiến trúc mạng, độ tin cậy điểm-điểm được cung cấp bởi các nút mạng đầu cuối. Vì vậy trong các giao thức (ví dụ TCP) hoặc các ứng dụng bản thân nó được thiết kế có các cơ chế sửa lỗi. Đây cũng được coi là một hướng để nâng cao hiệu năng chất lượng dịch vụ. Một số mạng con như các mạng không dây đòi hỏi cơ chế phục hồi lỗi ở tầng liên kết để cải thiện hiệu năng. Những cải tiến này nên gọn nhẹ. Ví dụ, các liên kết không dây thường đòi hỏi tầng liên kết có khả năng phục hồi lỗi (ví dụ như 802.2 LLC) và tầng MAC phục hồi lỗi. Có hai loại lược đồ phục hồi lỗi cơ bản: ARQ (Automatic Repeat reQuest) và FEC (Forward Error Correction). Phần sau sẽ mô tả rõ hơn hai loại này.

5.3.2.1. Cơ chế tự động lặp lại yêu cầu (Automatic Repeat reQuest – ARQ)

ARQ là một giao thức điều khiển lỗi được triển khai hầu hết ở tầng liên kết dữ liệu và tầng giao vận. Nó hoạt động hiệu quả trên các mạng cục bộ không dây tốc độ cao khi trễ khứ hồi (round-trip delay) nhỏ. Nhưng nó gây ra trễ lớn khi xuất hiện nhiều sự truyền lại trên liên kết chậm.

a. Cơ chế dừng và đợi (Stop and Wait ARQ – SW-ARQ)

SW-ARQ một kỹ thuật đơn giản và rất hiệu quả cho việc truyền dữ liệu. Về cơ bản, trong SW-ARQ, bên gửi truyền một gói đơn và đợi phản hồi. Bên nhận sẽ gửi xác nhận ACK cho từng gói mà nó nhận chính xác. Nếu như không có phản hồi sau một thời gian nhất định (time-out), bên gửi truyền lại gói tin. Bình thường, khi bên gửi nhận được ACK, nó sẽ bắt đầu gửi các gói dữ liệu khác. Như vậy có thể nhận thấy một điểm là bên gửi sẽ không thể gửi các gói tin khác nếu như nó chưa nhận được gói ACK của bên nhận (trong khoảng thời gian chưa đến time-out), và ta có thể nhận thấy đây là khoảng thời gian lãng phí. Câu hỏi đặt ra ở đây là liệu có thể cải tiến để tận dụng

khoảng thời gian chờ đợi này hay không? Trên thực tế, các cơ chế MAC hiện tại của mạng cục bộ không dây IEEE 802.11 sử dụng cơ chế điều khiển lỗi này bởi vì nó đơn giản và hiệu quả hơn cơ chế FEC.

b. Cơ chế lặp lại có lựa chọn (Selective Repeat ARQ – SR-ARQ)

Không giống như SW-ARQ, khi sử dụng SR-ARQ các gói được truyền một cách liên tục bởi tầng điều khiển liên kết dữ liệu (Data Link Control – DLC). Bên nhận báo nhận mỗi lần nhận thành công gói tin. Nếu gói tin báo nhận không được truyền đến bên gửi sau một khoảng thời gian quá hạn (timeout), gói tin sẽ được truyền lại. Một khi gói tin đã được truyền lại, bên gửi giả định rằng việc truyền gói từ nơi nó bỏ đi, nghĩa là nếu j là gói tin với thứ tự lớn nhất đã được truyền đi, gói tin với số thứ tự $j+1$ sẽ được truyền tiếp (giả sử rằng không có bộ định thời nào hết hạn trong thời gian chờ đợi). Chú ý rằng, với cơ chế SW-ARQ, rất nhiều thời gian rồi bị lãng phí cho việc đợi ACK. Khi giao thức SR-ARQ được sử dụng, các gói tin liên tục được truyền giúp xóa bỏ được thời gian rồi có liên quan đến SW-ARQ. Trên thực tế, khi SR-ARQ được sử dụng, các gói tin có thể được chấp nhận vượt khỏi trình tự, bởi vậy những gói tin này phải được đệm và được sắp lại theo trình tự trước khi chúng được chuyển giao cho tầng ứng dụng. Có thể nhận thấy, SR-ARQ là lược đồ hiệu quả nhất cho việc tiết kiệm trễ thời gian điểm-điểm, tuy nhiên đây là một cơ chế phục hồi lỗi rất phức tạp.

c. Cơ chế quay lui N (Go-Back-N ARQ – GBN-ARQ)

Khi GBN-ARQ được sử dụng, các gói tin được truyền một cách liên tục như của cơ chế SR-ARQ. Tuy nhiên, bên nhận chỉ chấp nhận gói tin theo đúng thứ tự mà chúng được truyền đi. Các gói tin nằm ngoài trình tự sẽ bị huỷ và không được chấp nhận. Vì bên nhận chỉ chấp nhận các gói theo trình tự, bên gửi truyền lại gói quá hạn và cả tất cả những gói theo sau đó. Bởi vậy, mỗi khi timeout xuất hiện, tất cả các gói tin chưa được chấp nhận sẽ bị truyền lại. Một nhận xét quan trọng rút ra từ cơ chế này là GBN-ARQ chính là sự kết hợp những đặc trưng mong muốn của SE-ARQ và SW-ARQ nghĩa là các gói tin được truyền một cách liên tục (như lược đồ SR-ARQ) và lại không cần thiết phải đệm những gói tin ngoài trình tự, vì vậy cũng không phải giải quyết vấn đề sắp lại thứ tự gói tin

5.3.2.2. Cơ chế sửa lỗi dựa trên sự chuyển tiếp (Forward Error Correction – FEC)

FEC hoạt động dựa trên ý tưởng của các loại mã sửa sai, trong đó nó sẽ thêm vào các bits dư thừa giúp cho việc kiểm tra tính toàn vẹn và phục hồi các bits lỗi. Nó được áp dụng cho các ứng dụng thời gian thực do những yêu cầu ngặt nghèo về độ trễ và đặc điểm tự nhiên của dòng phương tiện (media stream). Với ARQ, bên nhận yêu cầu truyền lại khi nó phát hiện lỗi, nhưng ARQ hướng đến biến đổi trễ cái mà không thể chấp nhận cho các dịch vụ thời gian thực. Lược đồ FEC giúp duy trì thông lượng đồng nhất và trễ thời gian trong giới hạn. Tuy nhiên, tỷ lệ lỗi giải mã của FEC tăng nhanh tỷ lệ thuận với tỷ lệ lỗi của kênh. Vì vậy, khi tỷ lệ lỗi kênh cao, mã FEC dài là cần thiết. Điều này làm cho cặp mã hoá-giải mã phức tạp và cũng phải chấp nhận vấn đề truyền dẫn tốc độ cao. Hơn nữa, kênh vô tuyến là không cố định (có thể di động) và tỷ lệ lỗi bit của kênh biến đổi theo thời gian. Vì vậy chỉ FEC hoặc ARQ là không thực hiệu quả cho các hệ thống mạng cục bộ không dây tốc độ cao có tỷ lệ lỗi lớn. Để vượt qua khỏi những hạn chế của từng cơ chế riêng lẻ, lược đồ lai giữa FEC-ARQ được phát triển. Trong phần tiếp theo chúng ta sẽ nghiên cứu hai loại cơ chế điều khiển lỗi trong đó sử dụng hai cơ chế kết hợp trên: Lược đồ lai FEC-ARQ loại I và loại II.

5.3.2.3. Lược đồ lai FEC-ARQ

a. Lược đồ lai FEC-ARQ loại I

Lược đồ lai FEC-ARQ loại I sử dụng cơ chế kiểm tra mã chẵn lẻ của bit để phát hiện và sửa lỗi trong các gói tin. Nếu số lượng bit lỗi trong gói tin nhận được nằm trong khả năng sửa lỗi của mã, lỗi sẽ được sửa. Trường hợp xấu hơn khi một mẫu lỗi không thể sửa được phát hiện, gói tin sẽ bị từ chối và yêu cầu một sự truyền lại. Quá trình truyền lại được lặp đi lặp lại đến khi bên nhận xác nhận đã nhận thành công hoặc số lần truyền lại đạt đến ngưỡng. Một nhược điểm của lược đồ lai FEC-ARQ loại I là các gói tin không thể sửa sai sẽ bị huỷ bởi bộ giải mã thậm chí cả khi nó vẫn chứa một số thông tin hữu dụng.

b. Lược đồ lai FEC-ARQ loại II

Trong lược đồ lai FEC-ARQ loại II, các gói tin không thể sửa sai vẫn được giữ lại để sử dụng thay vì bị hủy. Trong trường hợp gói tin không thể được giải mã thành công ở đích, bên nhận yêu cầu truyền lại và sử dụng gói tin lỗi đã được lưu lại để giúp bộ xử lý giải mã sửa lỗi. Quá trình này được lặp lại cho đến khi giải mã được thành công. SW-ARQ hiện tại đang là cơ chế được sử dụng ở tầng MAC của chuẩn 802.11 bởi vì nó có ưu điểm là đơn giản và dễ triển khai. FEC mức MAC đã được giới thiệu trong phiên bản nháp trước đó của chuẩn 802.11e nhưng cuối cùng lại không được lựa chọn. Một số kỹ thuật khác được đề xuất như FEC-ARQ lai loại I và loại II có thể giảm trễ cho các lưu lượng có mức ưu tiên cao. Chúng đã được lên kế hoạch sử dụng cho những mạng không dây thông lượng cao thế hệ tiếp theo, hiện tại chúng chưa được lựa chọn bởi những yếu tố có liên quan đến công nghệ chế tạo và tính phức tạp.

5.4. Chuẩn chất lượng dịch vụ cải tiến IEEE 802.11e

Phần này chúng ta sẽ giới thiệu những đặc trưng mới trong chuẩn con 802.11e. Chuẩn này được biết đến như là một chuẩn nhằm đưa ra các cơ chế đảm bảo chất lượng dịch vụ cải tiến hơn. Chúng ta sẽ mô tả về 3 loại trong số chúng:

- Hàm điều phối lai (Hybrid Coordination Function - HCF),
- Giao thức liên kết trực tiếp (Direct Link Protocol - DLP)
- Xác nhận khối (Block acknowledgment)

5.4.1. Hàm điều phối lai (Hybrid Coordination Function – HCF)

Để hỗ trợ cả hai hướng tiếp cận hỗ trợ chất lượng dịch vụ IntServ và DiffServ trong mạng cục bộ không dây, chuẩn 802.11e đã định nghĩa một cơ chế mới tên là hàm điều phối lai (HCF). HCF là sự kết hợp của hai phương pháp truy cập: truy cập kênh dựa trên xung đột (EDCF) và cơ chế truy cập kênh có quản lý tương ứng với các phần đã được trình bày ở các mục 5.3.1.4.1 và 5.3.1.4.2.

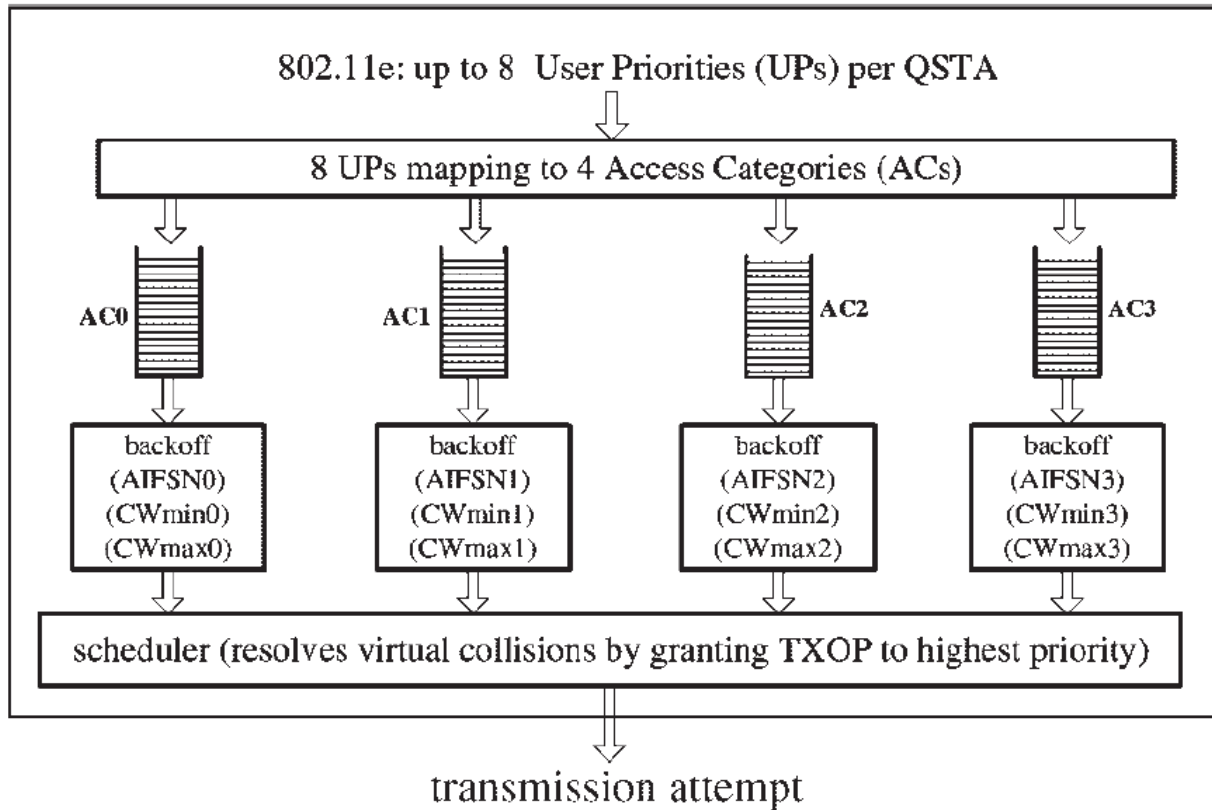
Một đặc trưng chính của HCF là việc đề xuất ra bốn hàng đợi phân loại truy cập (Access Category - AC) và tám hàng đợi dòng lưu lượng (Traffic Stream – TS) ở tầng MAC. Khi một khung đến lớp MAC, nó được gắn thẻ với định danh mức ưu tiên lưu

lượng (Traffic priority Identifier - TID) tương ứng với yêu cầu về chất lượng dịch vụ của nó. Giá trị này được quy định trong khoảng từ 0 đến 15. Khung với giá trị TID từ 0 đến 7 được ánh xạ vào 4 hàng đợi AC sử dụng các luật truy cập của EDCF. Các khung với giá trị TID từ 8 đến 15 được ánh xạ vào 8 hàng đợi TS sử dụng các luật truy cập kênh có quản lý HCF. Lý do cho việc tách hàng đợi TS khỏi hàng đợi AC là để hỗ trợ sự tham số hoá chính xác về QoS ở hàng đợi TS trong khi ưu tiên hoá QoS được hỗ trợ ở hàng đợi AC.

Một đặc trưng chính khác của HCF là phương thức nhận ra khi nào được truyền (Transmission Opportunity - TXOP) của trạm. Trong TXOP, một loạt khung có thể được truyền bởi một trạm được phân biệt bởi SIFS. TXOP có thể được gọi là EDCF-TXOP khi nó dành được bởi chiến thắng bởi cơ chế EDCF. Nó cũng có thể được gọi là TXOP-kiểm soát vòng nếu nó dành được khung kiểm soát vòng từ QAP (QoS-enhanced AP). Giá trị lớn nhất của TXOP gọi là $TXOP_{limit}$, được xác định bởi QAP.

5.4.1.1. Hàm điều phối phân tán cải tiến (Enhanced Distributed Coordination Function – EDCF)

EDCF được thiết kế hỗ trợ chất lượng dịch vụ ưu tiên hoá dựa trên xung đột. Hình sau chỉ ra trong EDCF, mỗi trạm QoS-cải tiến (QoS-enhanced STA - QSTA) có 4 hàng đợi AC để hỗ trợ 8 ưu tiên người dùng như định nghĩa trong IEEE 802.11d. [39].



Hình 15. EDCF đề xuất bởi 802.11e.

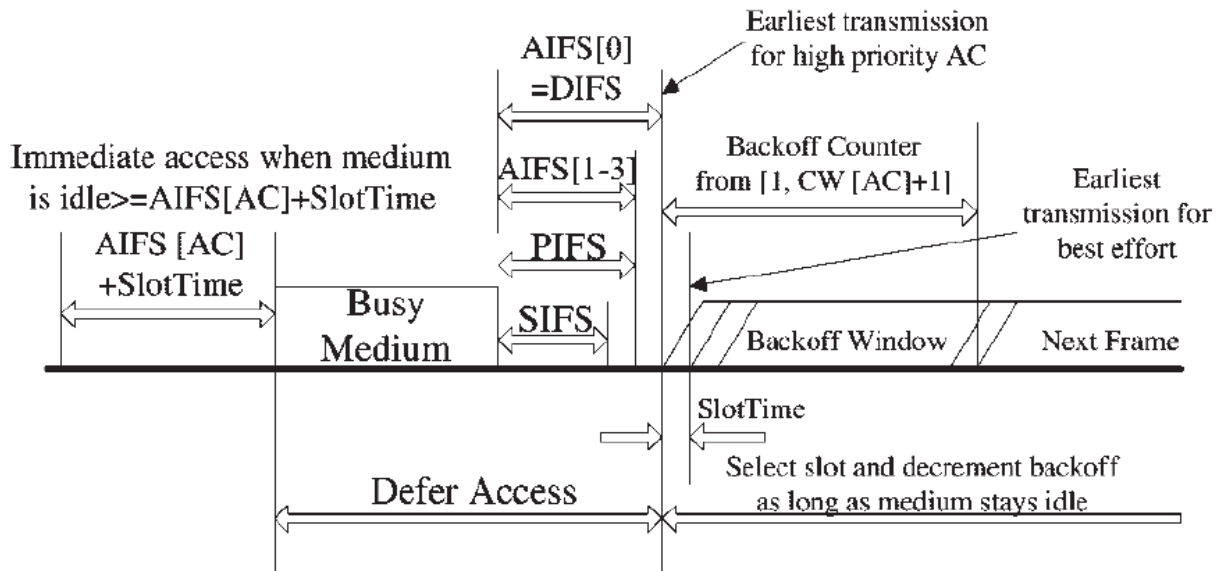
Bởi vậy, một hoặc một số mức ưu tiên người dùng được ánh xạ vào cùng một hàng đợi. Xem bảng chi tiết sau .

User Priority (UP) (same as 802.1D)	802.1D designation	802.11e AC (access category)	Service type
2	Not defined	0	Best effort
1	Background (BK)	0	Best effort
0	Best effort (BE)	0	Best effort
3	Excellent effort (EE)	1	Video probe
4	Controlled load (CL)	2	Video
5	VI (Video < 100 ms latency and jitter)	2	Video
6	VO (Voice < 10 ms latency and jitter)	3	Voice
7	Network control (NC)	3	Voice

Bảng 4. Ánh xạ giữa ưu tiên mức người dùng (UP) và loại truy cập (AC).

Điều này xuất phát từ quan sát rằng gần như không có 8 loại ứng dụng nào thực hiện truyền khung đồng thời và việc sử dụng số lượng hàng đợi AC ít hơn số lượng hàng đợi UP sẽ làm giảm vấn đề đối với tầng MAC. Mỗi hàng đợi AC làm việc một cách độc lập với các trạm DCF và chúng sử dụng các tham số truyền lại của bản thân

nó. Trong EDCF, hai phương pháp chính được giới thiệu để hỗ trợ sự phân loại dịch vụ. Phương pháp đầu tiên là sử dụng các InterFrame Space phân biệt



Hình 16. Mối quan hệ giữa EDCF và truy cập kênh IFS.

Một loại khung IFS mới gọi là IFS-trọng tài (Arbitration IFS – AIFS) được sử dụng trong EDCF thay vì sử dụng DIFS trong DCF. AIFS được xác định bởi

$$\text{AIFS}[\text{AC}] = \text{AIFSN}[\text{AC}] * \text{SlotTime} + \text{SIFS};$$

trong đó giá trị mặc định của số lượng khung AIFS-trọng tài (AIFS Number - AIFSN) được định nghĩa là 1 hoặc 2. Khi AIFSN = 1, hàng đợi mức ưu tiên cao AC1, AC2 và AC3 có giá trị AIFS bằng PIFS. Khi AIFSN=2, hàng đợi có mức ưu tiên thấp AC0 có giá trị AIFS bằng DIFS. Khi một khung đến một hàng đợi AC rỗng và môi trường rỗi trong một khoảng thời gian lớn hơn AIFS[AC]+SlotTime, khung sẽ được truyền ngay lập tức. Nếu kênh bận, gói tin đến trong mỗi AC phải đợi cho đến khi môi trường rỗi và trì hoãn AIFS+SlotTime. Vì vậy, hàng đợi AC với AIFS nhỏ hơn sẽ có ưu tiên mức cao hơn. Ví dụ, thời gian truyền sớm nhất cho một hàng đợi mức ưu tiên cao là PIFS+SlotTime = DIFS trong khi thời gian truyền sớm nhất cho hàng đợi dựa trên sự nỗ lực nhất (best-effort queue) là DIFS+SlotTime.

Phương pháp thứ hai bao gồm việc cấp phát các cửa sổ xung đột (CW) với kích thước khác nhau cho các hàng đợi AC khác nhau. Việc gán một CW kích thước nhỏ

cho một AC ưu tiên mức cao đảm bảo rằng trong hầu hết mọi trường hợp, AC ưu tiên mức cao có khả năng truyền khung trước những AC có mức ưu tiên thấp. Nếu bộ đếm truyền lại của hai hoặc nhiều AC hoạt động song song trong một QSTA cùng đạt 0, bộ lập lịch bên trong QSTA sẽ ngăn ngừa độn độ ảo bởi việc gán EDCF-TXOP cho hàng đợi có mức ưu tiên cao nhất. Cùng lúc đó, các hàng đợi AC va chạm khác sẽ bước vào quá trình truyền lại và gấp đôi kích thước CW như là khi có xung đột bên ngoài. Theo cách này, EDCF được đề xuất để cải thiện hiệu năng của DCF. Tuy nhiên, kết quả mô phỏng chỉ ra rằng, mặc dù tỷ lệ va chạm bên trong là thấp đối với EDCF, các va chạm ngoài giữa cùng mức ưu tiên trong các QSTA khác nhau vẫn cao.

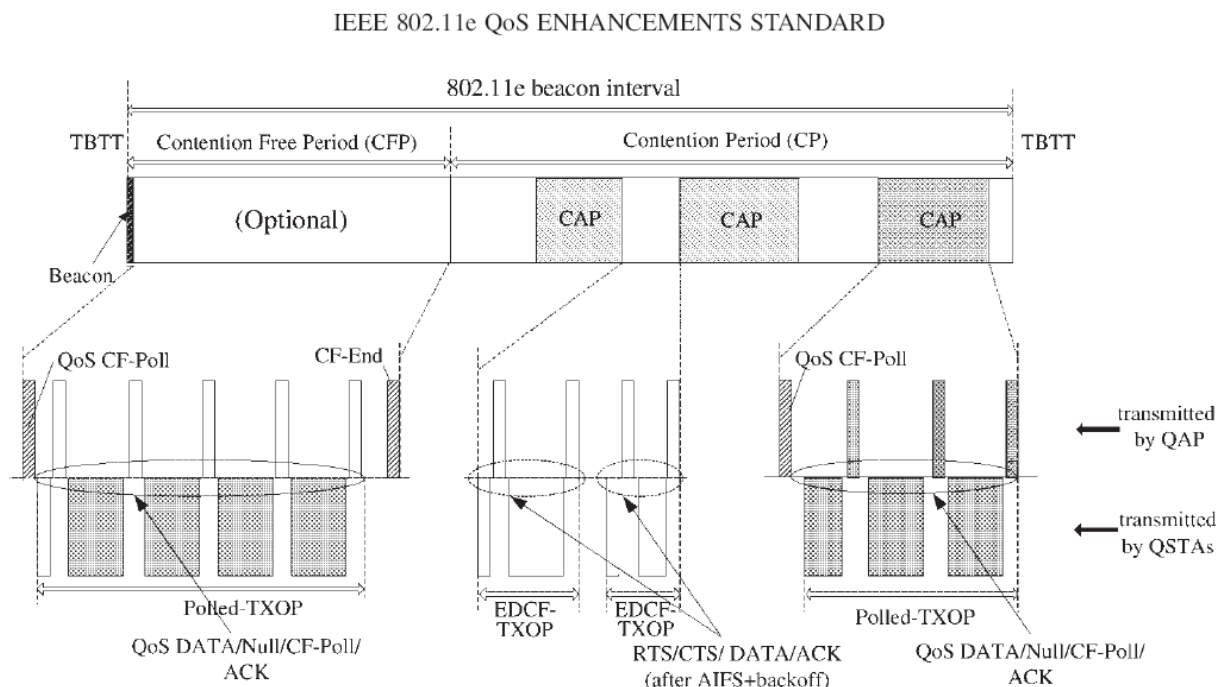
Giá trị mặc định của $AIFSN[AC]$, $CW_{min}[AC]$, $CW_{max}[AC]$ và $TXOP_{limit}[AC]$ được loan báo bởi QAP trong các khung mốc và chuẩn 802.11e cũng cho phép QAP thích ứng với các tham số động này tùy thuộc vào điều kiện mạng. Tuy nhiên làm như thế nào để thích ứng với các kênh vẫn chưa được định nghĩa bởi chuẩn và có thể coi là một hướng nghiên cứu mở sau này.

Để cải thiện hiệu năng của thông lượng, sự bùng nổ gói EDCF có thể được sử dụng trong 802.11e nghĩa là một khi một QSTA đạt tới EDCF-TXOP, nó được phép gửi nhiều hơn một khung mà không phải cảm nhận lại môi trường. Sau khi truy cập môi trường, QSTA có thể gửi nhiều khung trong một khoảng thời gian tổng cộng không vượt quá giới hạn $TXOP_{limit}$ được định nghĩa bởi QAP. Để đảm bảo rằng không có QSTA khác ngắt mạch truyền, SIFS được sử dụng giữa các lần truyền loạt gói tin (bursting packet). Nếu sự va chạm xuất hiện, sự truyền loạt sẽ bị ngắt. Cơ chế này có thể giảm vấn đề đầu đầu về mạng và tăng thông lượng vì áp dụng đa truyền tải sử dụng SIFS và xác nhận loạt (burst ACK). Tuy nhiên, truyền loạt có thể tăng biến thiên trễ, vì vậy $TXOP_{limit}$ không được lớn hơn thời gian yêu cầu cho sự truyền khung dữ liệu lớn nhất.

5.4.1.2. HCF điều khiển truy cập kênh

Cơ chế điều khiển truy cập kênh HCF được thiết kế cho việc hỗ trợ tham số hoá QoS, cơ chế này là sự kết hợp ưu điểm của hai phương pháp PCF và DCF. HCF có thể

bắt đầu điều khiển truy cập kênh ở cả hai chu kỳ CFP và CP trong khi PCF chỉ cho phép ở chu kỳ CFP.



Hình 17. Một mốc chu kỳ 802.11e HCF thông thường.

Hình trên là một ví dụ về chu kỳ mốc của một 802.11e thông thường. Nó thể hiện rõ khả năng kết hợp của chế độ dự phòng của cả CFP và CP. Trong chu kỳ CP, khoảng đối xung đột được đặt tên là pha truy cập quản lý (Controlled Access Phase – CAP) được đề xuất. CAP là một số chu kỳ khung được truyền sử dụng cơ chế truy cập kênh có quản lý HCF. HCF có thể bắt đầu một CAP bởi việc gửi khung QoS-downlink hoặc khung QoS-CFPoll để cấp phát TXOP-kiểm soát vòng cho các QSTA khác nhau sau khi môi trường rỗi ít nhất không chu kỳ PIFS. Sau đó khoảng thời gian còn lại của CP có thể được sử dụng bởi EDCF. Lược đồ linh hoạt này khiến cho PCF và CFP trở nên vô dụng và bởi vậy chỉ là tùy chọn trong chuẩn 802.11e. Bởi việc sử dụng CAP, kích thước chu kỳ mốc của HCF có thể độc lập với giới hạn trễ đích của các ứng dụng đa phương tiện. Ví dụ, để hỗ trợ cho các lưu lượng âm thanh với độ trễ tối đa là 20 ms sử dụng PCF, chu kỳ mốc không được dài hơn 20 ms từ các ràng buộc cố định của CP, lưu lượng âm thanh vì thế phải đợi vòng kiểm soát kế tiếp. Mặt khác, cơ chế này có thể tăng tần suất kiểm soát vòng bởi việc khởi tạo CAP tại mọi thời điểm bởi vậy đảm bảo

được giới hạn trễ với kích thước chu kỳ mốc bất kỳ. Vì vậy không cần phải giảm kích thước nội tại của mốc. Hơn nữa, vấn đề về trễ mốc trong PCF được giải quyết bởi vì trong HCF, một QSTA không được phép truyền nếu việc truyền không thể kết thúc trước TBTT kế tiếp.

Trong cơ chế HCF, chất lượng dịch vụ được đảm bảo dựa trên đặc tả lưu lượng (traffic specification – TSPEC) thỏa thuận giữa QAP và QSTA. Trước khi truyền bất kỳ khung nào có đòi hỏi việc tham số hoá QoS, một liên kết ảo gọi là dòng lưu lượng (Traffic Stream – TS) được thiết lập. Để thiết lập TS, một tập các tham số TSPEC (gồm có tốc độ dữ liệu trung bình, kích thước khung, chu kỳ dịch vụ tối đa, giới hạn trễ) được trao đổi giữa QAP và QSTA tương ứng. Dựa trên các tham số TSPEC này, bộ lập lịch của QAP tính toán thời gian TXOP-kiểm soát vòng cho từng QSTA và cấp phát TXOP-kiểm soát vòng cho từng QSTA. Sau đó bộ lập lịch ở từng QSTA cấp phát TXOP cho các hàng đợi TS khác nhau căn cứ vào thứ tự mức ưu tiên. Một bộ lập lịch dựa trên cơ chế round-robin được đề xuất trong IEEE 802.11e. Bộ lập lịch đơn giản sử dụng các tham số TSPEC chính như đã liệt kê ở trên. Chú ý rằng chu kỳ dịch vụ tối đa yêu cầu cho từng TS tương ứng với chu kỳ thời gian tối đa giữa hai lần thực hiện TXOP thành công. Nếu giá trị này nhỏ, nó có thể cung cấp trễ thấp nhưng lại xuất hiện nhiều khung CF-Poll. Nếu các TS khác nhau có các yêu cầu chu kỳ dịch vụ tối đa khác nhau, bộ lập lịch sẽ chọn giá trị nhỏ nhất của các chu kỳ dịch vụ tối đa yêu cầu của các dòng cần lập lịch. Hơn nữa, QAP được cho phép sử dụng giải thuật quản lý kiểm soát để xác định có cho phép hay không một TS mới trong BSS của nó. Khi một dòng lưu lượng được thiết lập, QAP thử cung cấp QoS bởi việc cấp phát băng thông yêu cầu cho TS đó. Trong một CFP, môi trường hoàn toàn được quản lý bởi QAP. Trong một CP, nó có thể chiếm môi trường bất cứ khi nào nó muốn (sau một khoảng thời gian rời PIFS). Sau khi nhận một khung CF-kiểm soát vòng, QSTA kiểm soát vòng được phép truyền nhiều khung MAC được chỉ định bởi CFB (Contention-Free Burst) với tổng số thời gian truy cập không quá $TXOP_{limit}$. Tất cả các QSTA khác thiết lập giá trị NAV của chúng về giá trị $TXOP + SlotTime$. Bằng cách này, chúng sẽ không đụng độ môi trường trong suốt chu kỳ. Nếu không có khung nào được truyền đến QAP, QSTA-kiểm soát vòng sẽ gửi một khung QoS-Null đến QAP để có thể kiểm tra QSTA khác.

5.4.2. Giao thức liên kết trực tiếp (Direct Link Protocol – DLP)

Chuẩn cũ không cho phép một trạm truyền trực tiếp khung dữ liệu đến một trạm khác trong cùng BSS ở chế độ infrastructure. Như vậy tất cả việc truyền thông giữa hai trạm bất kỳ đều phải thông qua AP. Mặt khác, trong IEEE 802.11e, giao thức liên kết trực tiếp được giới thiệu cho các QSTA để thiết lập một kênh truyền thông trực tiếp trong chế độ infrastructure. Điều này sẽ làm tăng đáng kể băng thông. Với DLP, bên gửi đầu tiên sẽ gửi một thông điệp yêu cầu liên kết trực tiếp bao gồm cả tốc độ mà nó hỗ trợ và một số thông tin khác đến bên nhận thông qua QAP. Khi bên nhận xác nhận yêu cầu, một liên kết trực tiếp giữa hai QSTA được thiết lập. Khi không có khung nào được truyền giữa hai QSTA trong khoảng thời gian $DLP_{idle_timeout}$, liên kết sẽ bị cấm. Trong trường hợp này, các khung giữa hai QSTA sẽ được gửi thông qua QAP. Tuy nhiên với DLP, lưu lượng giữa hai QSTA không được đệm ở QAP để chuyển tiếp, vì vậy có thể đánh thức liên tục QSTA khỏi chế độ tiết kiệm điện khiến cho làm giảm hiệu quả tiết kiệm điện khi DLP không được sử dụng.

5.4.3. Xác nhận khối (Block Acknowledgment – BlockAck)

Hoạt động của tầng MAC cũ dựa trên lược đồ SW-ARQ. Điều này nảy sinh nhiều vấn đề do việc truyền tức thời của các gói xác nhận ACKs. Trong 802.11e, một cơ chế SR-ARQ mới tên là xác nhận khối (Block Acknowledgment – BlockAck) được đề xuất. Trong cơ chế này, một nhóm các khung dữ liệu có thể truyền nối tiếp với chu kỳ SIFS giữa chúng. Sau đó, một khung BlockAck đơn được gửi trở lại cho bên nhận để thông báo có bao nhiêu gói đã được nhận đúng. Hiển nhiên, lược đồ này có thể cải thiện hiệu quả truy cập kênh. Có hai loại cơ chế BlockAck được sử dụng trong 802.11e: tức thời và trễ.

Trong trường hợp BlockAck tức thời, bên gửi truyền một khung yêu cầu BlockAck sau khi đã truyền một nhóm khung dữ liệu, bên nhận phải gửi trả lại BlockAck sau một chu kỳ SIFS. Nếu bên gửi nhận được khung BlockAck, nó sẽ truyền lại các khung chưa được xác nhận trong khung BlockAck. Cơ chế này rất hữu dụng cho các ứng dụng đòi hỏi băng thông cao và góc trễ thấp. Nhưng nó lại gặp một trở

ngại là khó triển khai việc sinh BlockAck trong chu kỳ SIFS. Mặt khác, trễ BlockAck không đòi hỏi giới hạn thời gian ngặt

Lược đồ loại hai trễ-BlockAck lại hữu dụng trong các ứng dụng đòi hỏi trễ ở mức độ vừa phải. Nếu bên gửi không nhận được khung BlockAck từ bên nhận, nó sẽ truyền lại khung yêu cầu BlockAck. Khi số lượng khung yêu cầu BlockAck được truyền lại đạt đến giới hạn, toàn bộ nhóm khung dữ liệu sẽ bị xoá.

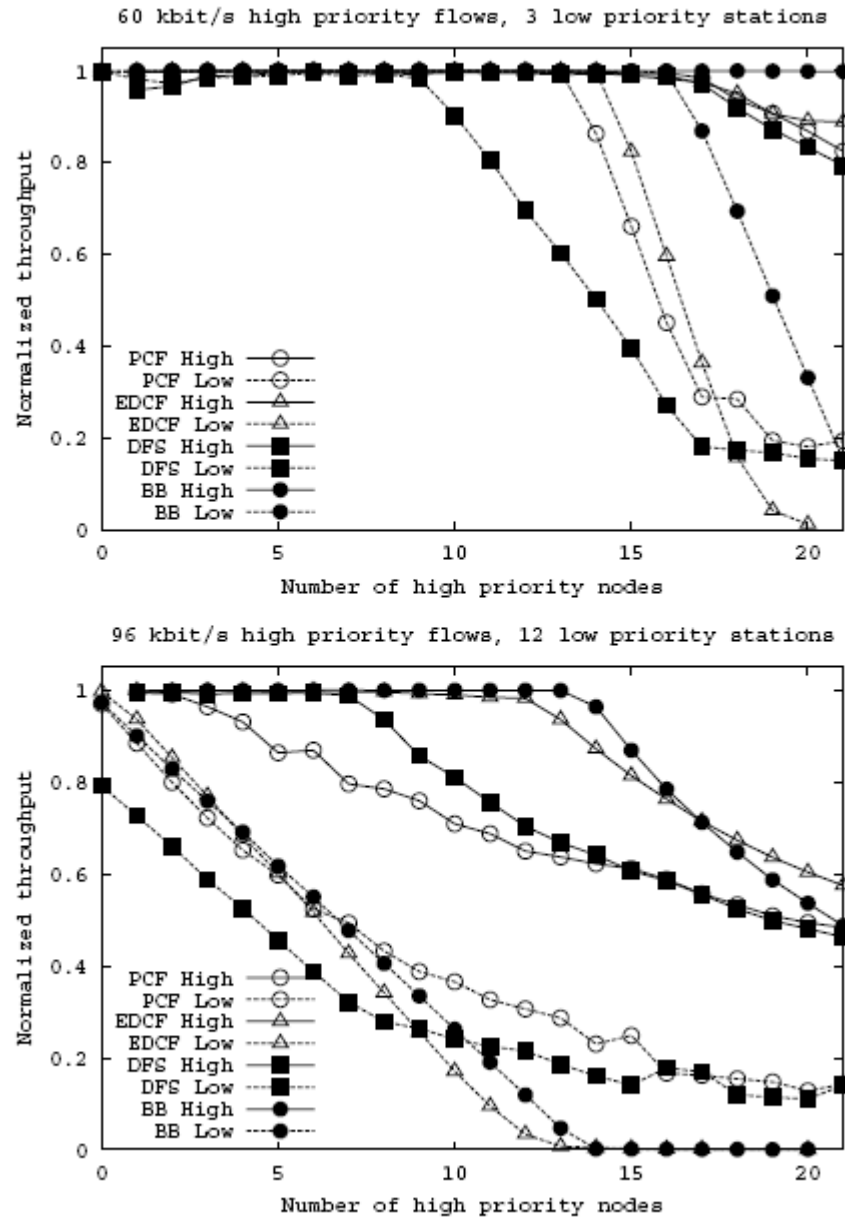
Chương VI. Đánh giá thử nghiệm, kết luận và những đề xuất trong tương lai

6.1. Đánh giá các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ mạng không dây dựa trên ứng dụng mô phỏng ns-2

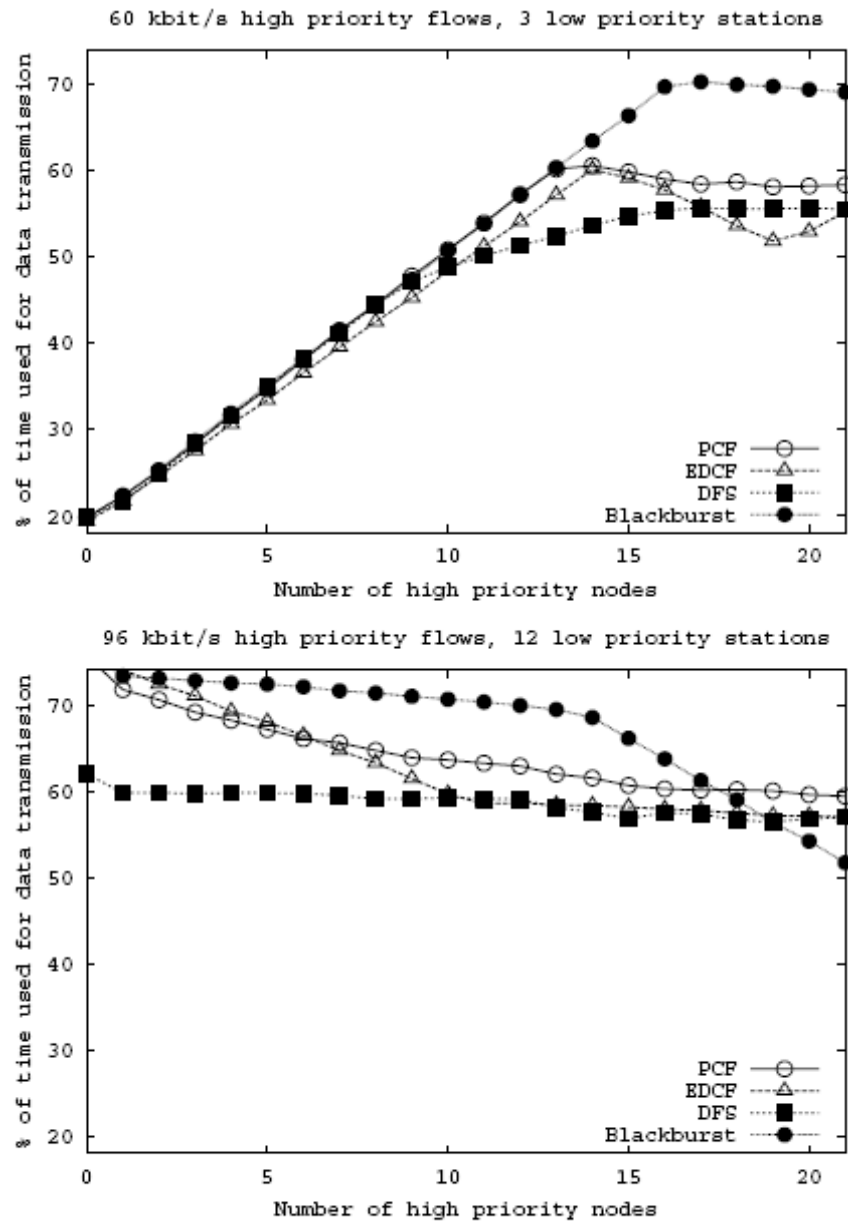
Để đánh giá những phương pháp mô tả ở trên, chúng ta sử dụng chương trình mô phỏng ns-2. Các mô phỏng được thực hiện với cùng một nguồn dữ liệu (bộ mã hoá tín hiệu âm thanh và video, bên cạnh đó có một số tiến trình nền với độ ưu tiên thấp. Mỗi trạm khởi tạo một luồng đến một cấp phát thấp (sink located) so với trạm cơ sở. Những trạm có độ ưu tiên cao sinh ra các gói tin với kích thước lấy từ phân phối xác suất thường với kích thước của trung bình là 300 bytes, và với độ lệch chuẩn là 40 bytes. Chu kỳ giữa các liên gói (interpacket) là 25 và 40 ms, tương ứng với tốc độ trung bình của luồng dữ liệu là 96 kbits/s và 60 kbits/s. Các trạm có mức ưu tiên thấp sinh ra các gói với chu kỳ 50 ms, kích thước gói tin trung bình 800 bytes, độ lệch chuẩn 150 bytes tương ứng với tốc độ 128kbits/s. Số lượng các trạm có mức ưu tiên thấp được cố định là 3 và 12 trạm, còn số lượng các trạm có mức ưu tiên cao được tăng dần tương ứng với việc tăng thêm tải cho hệ thống. Tất cả các trạm được định vị sao cho giữa chúng có thể phát hiện được các trạm còn lại, không có sự di chuyển trong hệ thống.

Các tham số đo đạc: thông lượng trung bình cho các trạm ứng với mỗi mức ưu tiên chỉ ra các lược đồ chất lượng dịch vụ hoạt động tốt như thế nào và liệu chúng có thể cung cấp sự phân biệt các dịch vụ khác nhau giữa các mức độ ưu tiên khác nhau. Để có thể so sánh trên đồ thị từ các mức khác nhau của tải, thông lượng chuẩn hoá sẽ được vẽ và tính toán như là phần trăm của dữ liệu được yêu cầu thực sự được chuyển tới đích. Bởi sự khan hiếm của băng thông không dây, chúng ta cũng sẽ giám sát sự tận dụng môi trường lan truyền tương ứng với các lược đồ khác nhau. Việc giám sát này thể hiện qua việc đo đạc theo phần trăm thời gian được sử dụng cho việc truyền dữ liệu. Tốc độ xung đột (collision rate) là thông số thứ ba ta cũng sẽ tiến hành đo đạc. Tốc độ xung đột là giá trị trung bình của số lần xung đột xuất hiện trong một giây. Trễ truy cập (access delay) là thời gian kể từ khi gói tin đến tầng MAC cho đến khi nó

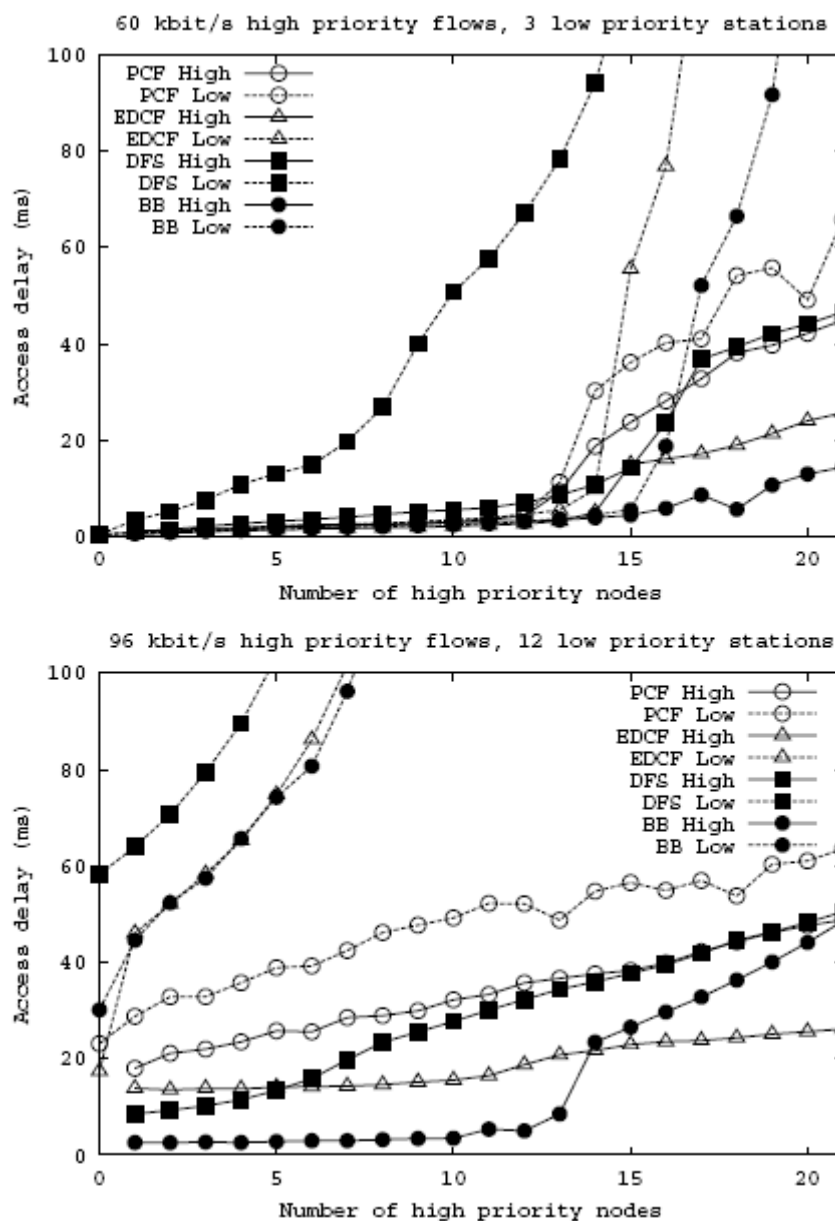
được truyền đi thành công. Lý do ta đo trễ truy cập trung bình vì ta có thể thấy được các lược đồ có thể điều chỉnh luồng thời gian thực tốt như thế nào. Tuy nhiên, với các luồng thời gian thực, thường xuyên không đủ với trễ truy cập trung bình thấp nhưng có thể có trễ nhảy vọt sau khi dữ liệu không còn có ý nghĩa. Chúng ta giới thiệu sự phân bố tích lũy của trễ truy cập cho các giao thông với mức ưu tiên cao để tìm ra phần trăm gói tin nằm bên dưới giới hạn trễ.



Hình 18a. So sánh thông lượng của các cơ chế



Hình 18b. So sánh hiệu năng truy cập môi trường truyền của các cơ chế



Hình 18c. So sánh trễ truy cập trung bình của các cơ chế

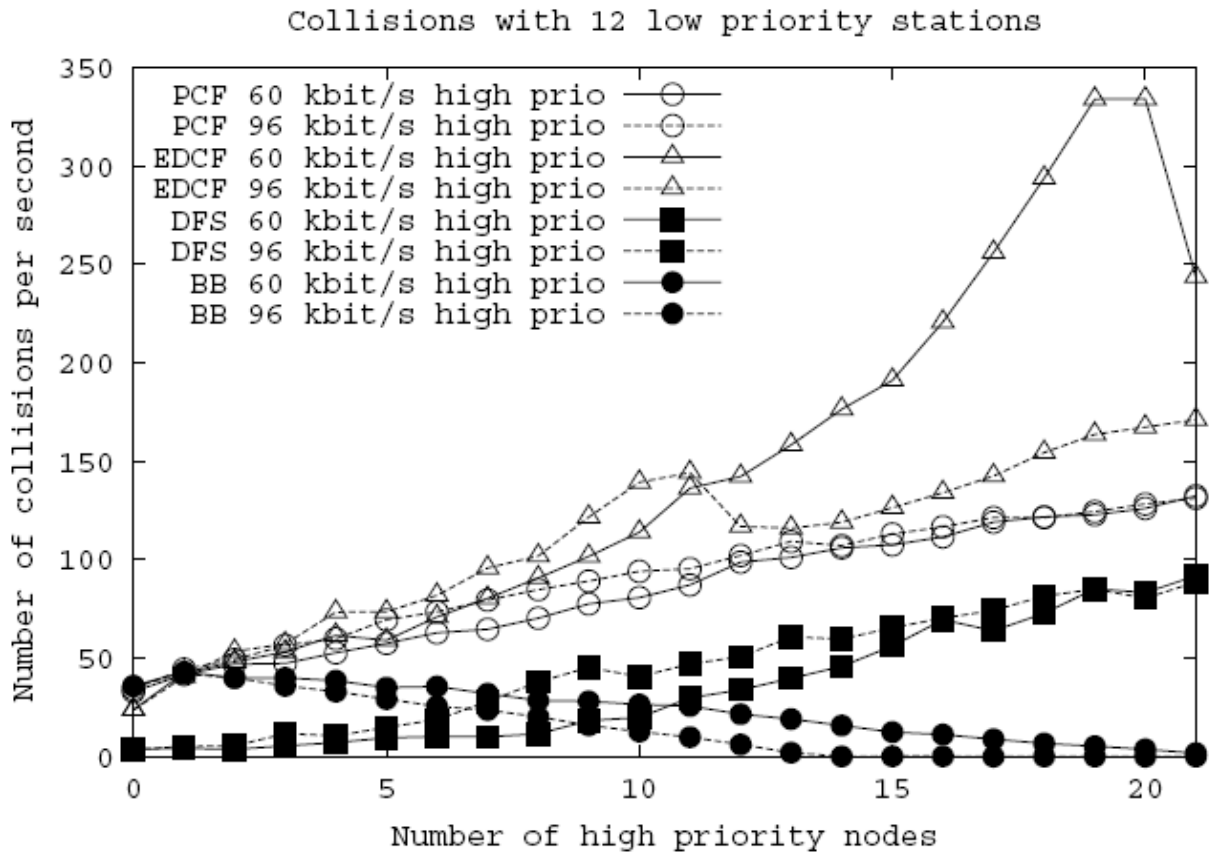
Hình 18. So sánh các lược đồ hỗ trợ chất lượng dịch vụ khác nhau sử dụng trong mạng cục bộ không dây dựa trên các tiêu chí: thông lượng, sử dụng môi trường lan truyền, trễ truy cập trung bình

Kết quả thu được

Trong hình 1a, chúng ta có thể nhận thấy lược đồ Blackburst cho hiệu năng cao nhất với lưu lượng ưu tiên cao có tính đến thông lượng, đặc biệt là trong vùng tải thấp.

Tuy nhiên, khi tải cao hơn, ta thấy rằng EDCF cũng cho hiệu năng rất tốt với lưu lượng ưu tiên cao trong khi lược đồ của PCF thể hiện rõ sự sụt giảm, tại một số vị trí còn kém cả DFS. Mặt khác, hai lược đồ này sẽ cho hiệu năng tốt hơn cho lưu lượng ưu tiên thấp trong khi Blackburst và EDCF hoàn toàn “đói” (completely starves) ở tải cao.

Bảng trực quan, hình 1b chỉ ra Blackburst cũng cho kết quả tốt nhất trong việc tận dụng môi trường lan truyền. Việc sử dụng ngập tràn gói tin đối với EDCF là lý do khiến cho nó được tin rằng sự tận dụng sẽ là cao (vì có rất ít các khoảng trống), kết quả thực tế sau khi mô phỏng làm ta ngạc nhiên vì không giống như những suy đoán của lý thuyết. Lời giải thích có thể được tìm thấy trong hình 3.

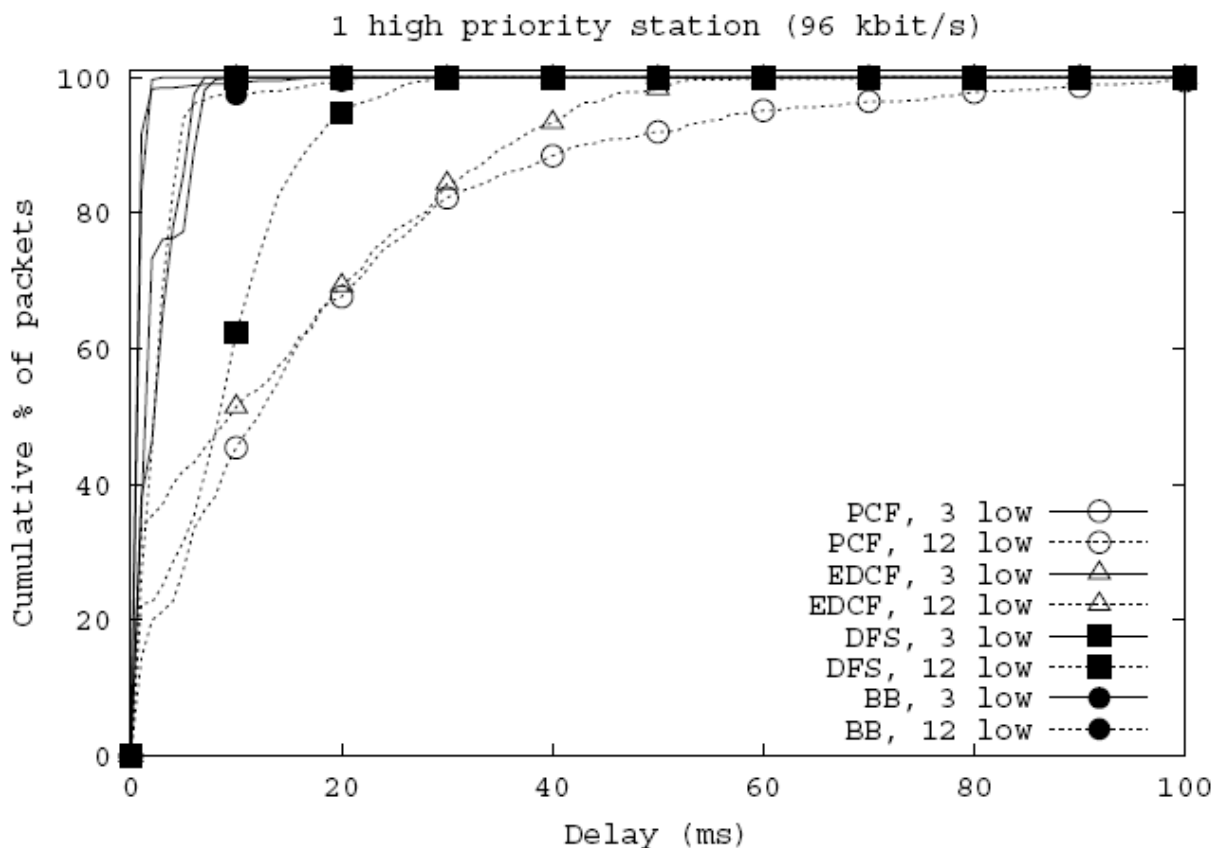


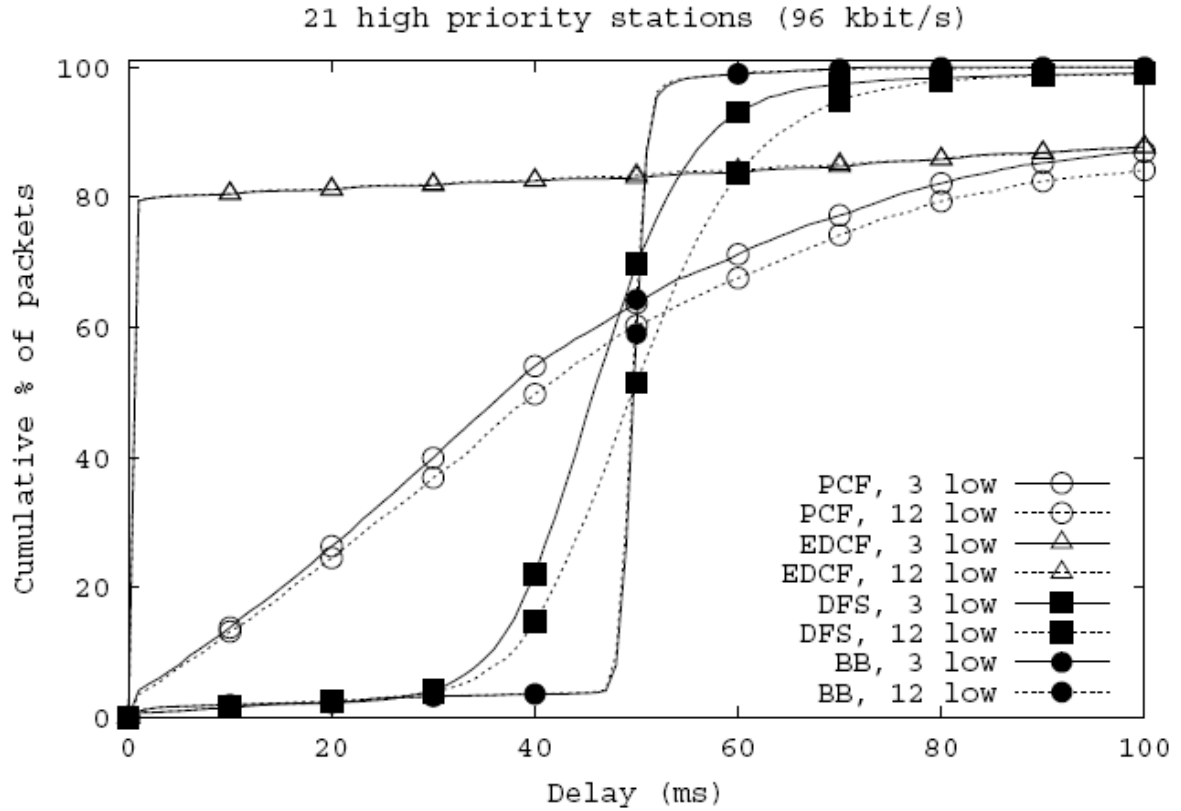
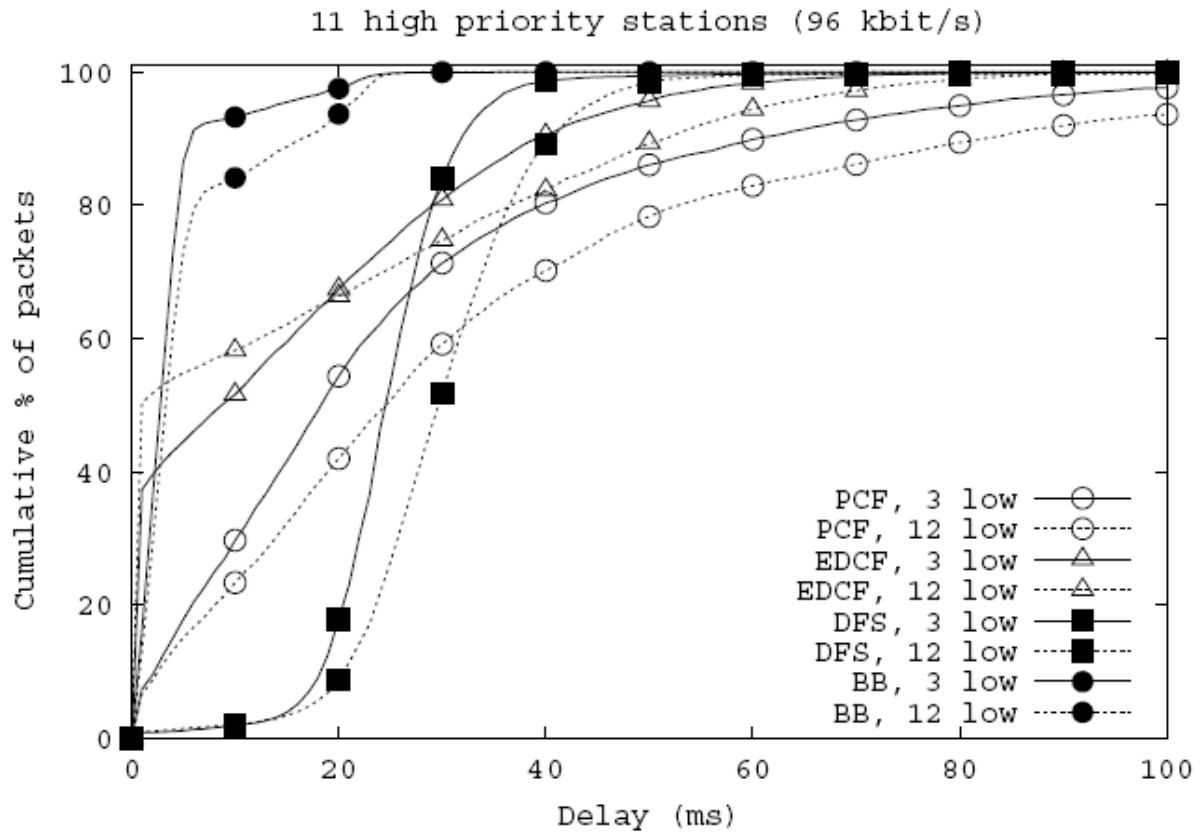
Hình 19. Tỷ lệ va chạm của các cơ chế.

Dựa vào hình vẽ trên có thể nhận thấy rằng tốc độ xung đột của lược đồ EDCF cao hơn so với các lược đồ khác, đó là nguyên nhân ảnh hưởng đến hiệu năng sử dụng môi trường lan truyền. Cũng có thể nhận ra rằng tốc độ xung đột của Blackburst giảm

khi số lượng của các trạm ưu tiên cao tăng lên. Điều đó khẳng định rằng không có đùng độ xuất hiện giữa các nút Blackburst.

Quan sát trễ trung bình trong hình 1c, chúng ta thấy rằng tất cả các lược đồ đưa ra trễ trung bình chấp nhận được cho lưu lượng ưu tiên cao nhưng Blackburst và EDCF lại cho độ trễ thấp nhất. Ta sẽ cảm thấy thú vị hơn khi nghiên cứu phân phối xác suất của trễ được thể hiện ở hình 2. Ảnh hưởng của sự bùng nổ gói tin của EDCF có thể dễ dàng được nhận ra. Blackburst và DFS có đường cong dốc đứng hơn (có sai lệch và biến thiên độ trễ thấp) đạt đến mức 100% rất nhanh chóng, nghĩa là trễ có giới hạn trên thấp hơn. Mặt khác, lưu lượng sử dụng PCF và EDCF có dạng cong phẳng hơn, đặc biệt ở vùng tải cao, một phần của các gói tin có trễ cao thực sự (trên 100 ms). Các ứng dụng thời gian thực thường có một giới hạn trễ chấp nhận được, quan trọng hơn là phần lớn các gói tin có trễ thực tế dưới mức giới hạn chấp nhận được.





Hình 20. Phân phối trễ tích lũy.

Ví dụ, giả sử trễ ở mức chấp nhận được tối đa là 100 ms. Ở mức tải cao nhất, chúng ta có thể nhận thấy rằng trong khi DFS và Blackburst quản lý để đưa ra được độ trễ dưới mức yêu cầu thì hai lược đồ EDCF và PCF chỉ thực hiện được khoảng 85% các gói tin. Điều đó nghĩa là mặc dù DFS có thông lượng thấp hơn với lưu lượng ưu tiên cao so với EDCF, chúng thực sự truyền một cách xấp xỉ số lượng dữ liệu thời gian thực hữu dụng. Điều đó khiến đôi khi ta nói DFS cho hiệu năng tốt hơn EDCF với lưu lượng ưu tiên thấp.

6.2. Nhận xét về tình huống áp dụng các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ

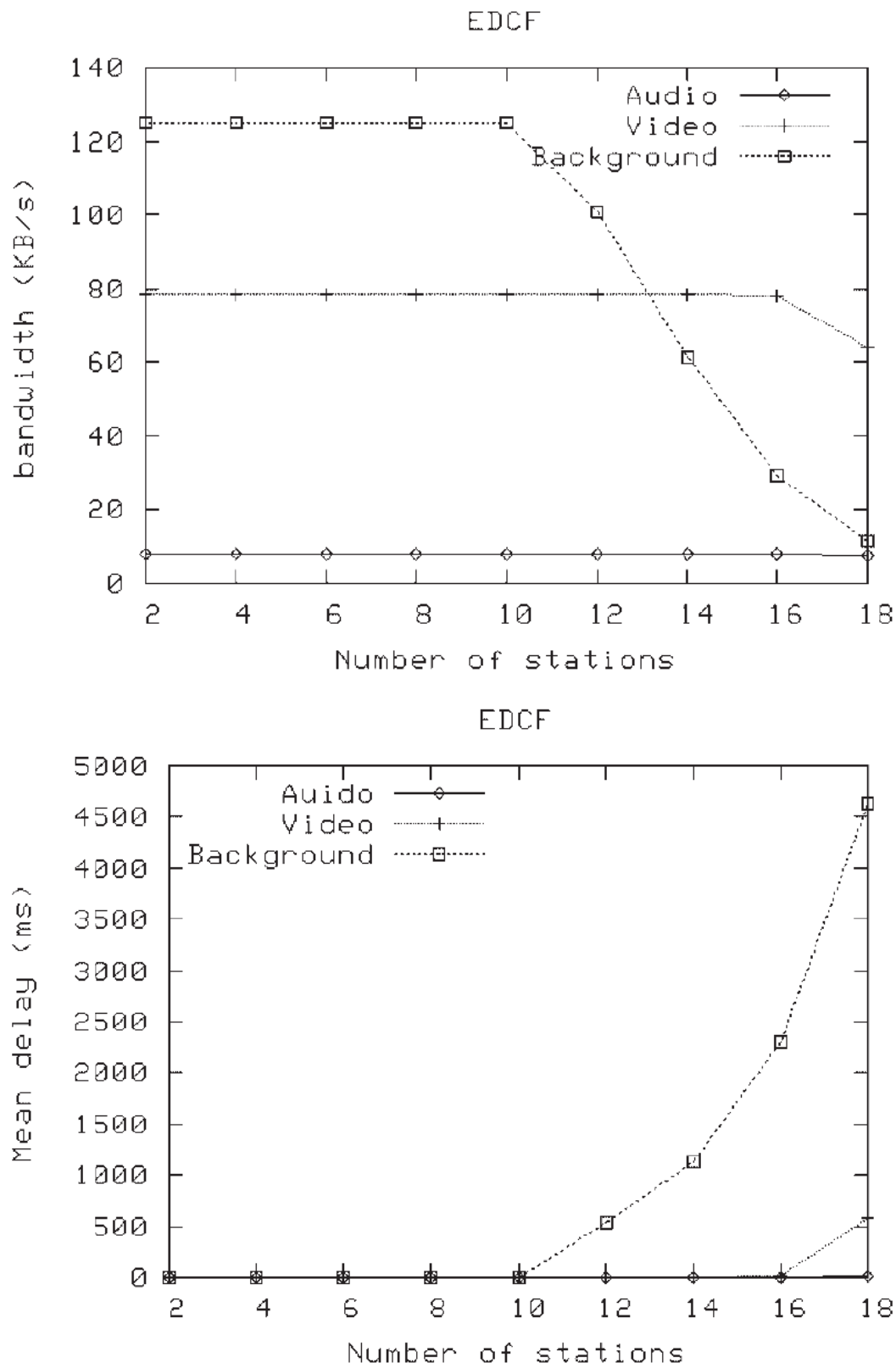
Mô phỏng chỉ ra rằng, cơ chế EDCF mới được phát triển bởi nhóm IEEE 802.11e là một cải thiện hơn của PCF. EDCF thực sự phân tán, cho hiệu năng tốt hơn PCF và lại ít phức tạp hơn. Blackburst cho hiệu năng tốt nhất với lưu lượng ưu tiên cao trong cả hai tiêu chí về thông lượng và trễ truy cập. Trong trường hợp tải thấp, nó cũng cho hiệu năng tốt hơn với lưu lượng ưu tiên thấp. Tuy nhiên trong những tình huống tải cao, Blackburst gặp vấn đề trong việc bỏ đói các trạm có độ ưu tiên thấp. Hơn nữa, các thử nghiệm mô phỏng cũng chỉ ra rằng lược đồ Blackburst cho hiệu năng sử dụng môi trường truyền tốt nhất. Điều này rất quan trọng và mang nhiều ý nghĩa với các hệ thống mạng không dây có băng thông hạn hẹp. Chúng ta cũng kiểm chứng lại được thực sự Blackburst ngăn chặn được xung đột trong các trạm có độ ưu tiên cao. Điều trở ngại đối với Blackburst là yêu cầu chu kỳ truy cập là hằng số. Nếu như điều kiện này không được thoả mãn, EDCF có thể là một ứng cử viên thay thế thích hợp. Mặc dù EDCF không thể cung cấp dịch vụ tốt như Blackburst và bị vướng phải vấn đề tốc độ xung đột cao, nó vẫn cung cấp sự phân định dịch vụ tốt và cho trễ trung bình thấp cho lưu lượng ưu tiên cao. Trong trường hợp tải cao hơn, lưu lượng ưu tiên thấp cũng gặp phải hiện tượng bị bỏ đói cũng giống như trong trường hợp của Blackburst. Trong nhiều trường hợp, sự bỏ đói với lưu lượng ưu tiên thấp là không đáng kể nhưng lại có sự phân loại chính xác hơn. DFS đảm bảo dịch vụ tốt hơn cho lưu lượng ưu tiên cao mà vẫn không bỏ đói các lưu lượng ưu tiên mức thấp nhưng phải đảm bảo rằng nó sẽ chiếm băng thông hợp lý.

Với các mô phỏng để đánh giá hiệu năng hỗ trợ chất lượng dịch vụ của các lược đồ DCF, PCF, EDCF và Blackburst, có thể nhận thấy Blackburst được chứng minh là lựa chọn tốt nhất cho các hệ thống đòi hỏi có lưu lượng ưu tiên cao, tuy nhiên nó lại gặp phải hiện tượng “bỏ đói” cho các dịch vụ có mức ưu tiên thấp trong trường hợp tải hệ thống ở mức cao. EDCF cũng có hiệu năng cao gần bằng Blackburst nhưng lại có nhược điểm là có tốc độ đụng độ cao (high collision rate) so với các lược đồ còn lại. Với PCF, hiệu năng của nó không thực sự tốt như Blackburst và EDCF nhưng nó lại có ưu điểm hơn so với hai phương pháp trên ở chỗ không bắt gặp hiện tượng “bỏ đói” các gói tin có độ ưu tiên thấp (low priority traffic).

Để đánh giá hiệu năng của lược đồ 802.11e EDCF mới, chúng ta sẽ tiến hành thiết lập mô phỏng có cấu hình hình học mạng (topology) giống như đã thiết lập cho DCF ở phần 5.2.1. Chỉ có một điểm khác biệt ở đây là chúng ta thiết lập ba luồng tách biệt (audio, video và background) vào ba hàng đợi. Các tham số truy cập môi trường lan truyền của EDCF cho ba hàng đợi được tổng hợp như bảng dưới đây:

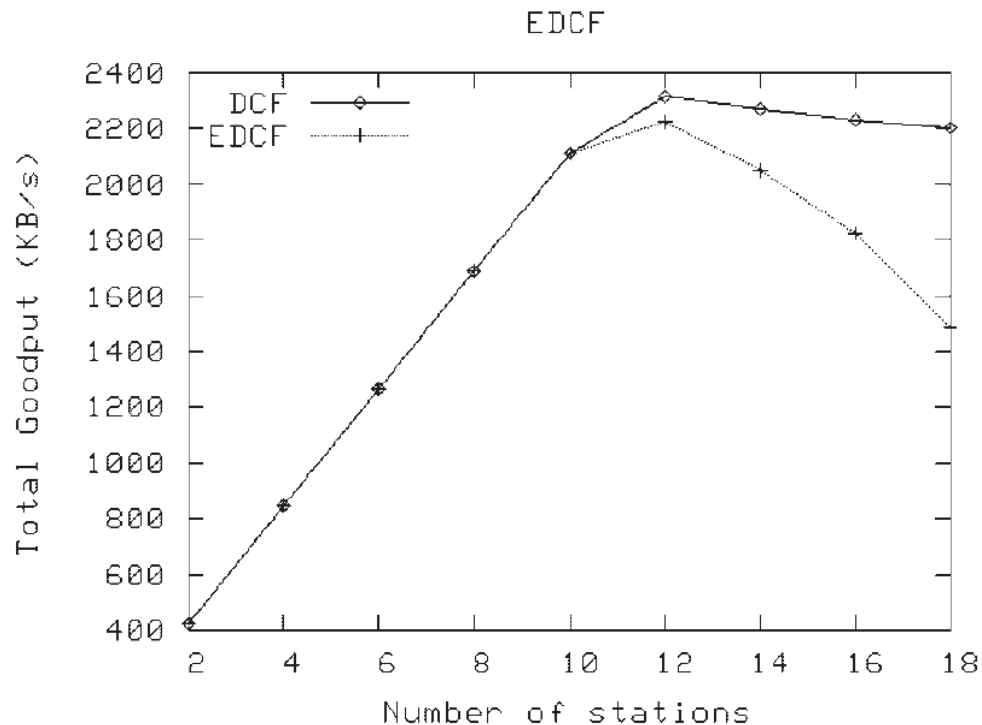
Parameters	Audio	Video	Background
CW_{min}	7	15	31
CW_{max}	15	31	1023
AIFSN	1	1	2
Packet size (bytes)	160	1280	1600
Packet interval (ms)	20	16	12.5
Sending rate (kb/s)	8	80	128

Bảng 5. Các tham số EDCF cho ba hàng đợi



Hình 21. Hiệu năng về thông lượng và trễ của lược đồ EDCF

Hình 21 ở trên chỉ ra hiệu năng của thông lượng và trễ của lược đồ EDCF. Như so sánh với DCF của phần 5.2.1. , EDCF có thể hỗ trợ sự phân biệt cho các loại luồng khác nhau. Thông lượng của các gói tin âm thanh, video của EDCF là ổn định khi số lượng các trạm nhỏ hơn hoặc bằng 16 (76% tỷ lệ tải). Tuy nhiên, thông lượng của giao thông nền giảm một cách đột ngột khi số lượng trạm lớn hơn 10 (chiếm tỷ lệ 48%) và giảm xuống tốc độ 10KB/s khi số lượng trạm là 18 (90% tỷ lệ tải). Điều đó có nghĩa là EDCF duy trì thông lượng cho các luồng có mức ưu tiên cao (ở đây được thiết lập là âm thanh và video) bằng cách “bỏ đói” luồng có mức ưu tiên thấp. Hơn nữa, khi kênh có tải 90%, thông lượng của âm thanh và video bắt đầu giảm, nghĩa là việc quản lý điều khiển cho âm thanh và video được yêu cầu khi có tải rất cao. Mặt khác, độ trễ trung bình của luồng nền tăng rất nhanh khi số lượng trạm lớn hơn 10, thậm chí trễ lên đến 4,5 giây trong trường hợp tỷ lệ tải là 90%. Khi lưu lượng nhỏ hơn hoặc bằng 76%, độ trễ trung bình của luồng âm thanh và video ở mức thấp.

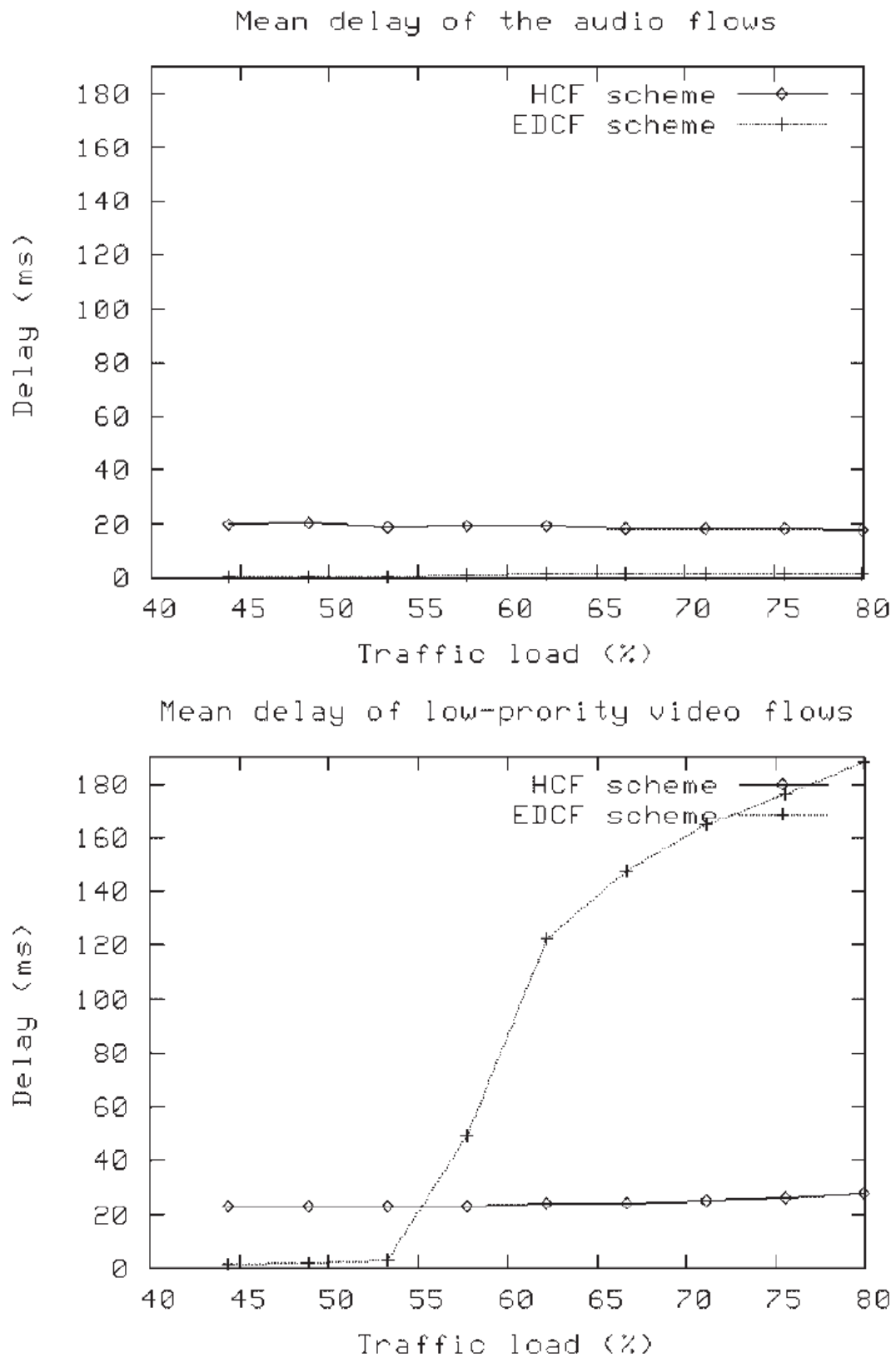


Hình 22. So sánh tổng goodput giữa EDCF và DCF

Cần nhắc lại rằng, như kết quả thu được của mô phỏng được thể hiện trên hình 22 ở trên, thông lượng của EDCF thấp hơn DCF khi tải lưu lượng lớn hơn 48%. EDCF

giảm thông lượng của các luồng có mức ưu tiên thấp rất đáng kể và vì vậy hệ quả kéo theo là tổng thông lượng cũng giảm đi.

Để so sánh giữa cơ chế quản lý truy cập kênh HCF với EDCF, chúng ta sẽ thiết lập mô phỏng sau: 6 trạm gửi tín hiệu âm thanh (8 kb/s) , thiết lập ưu tiên mức cao CBR (Constant Bit Rate) và tín hiệu video có mức ưu tiên thấp CBR cùng một lúc. Tốc độ gửi của CBR ưu tiên mức cao được thiết lập là 25.4kb/s với kích thước gói tin là 660 bytes và chu kỳ 26 ms. Chúng ta cũng thay đổi tốc độ tải kênh bởi việc tăng kích thước của gói tin của tín hiệu video CBR có mức ưu tiên thấp từ 900 bytes (0.3 MB/s) đến 1500 bytes (0.5 MB/s). Các tham số của tầng PHY và MAC được thiết lập tương tự như trong bảng 1 và 5. Trong mô phỏng này, HCF lập lịch được sử dụng. Với luồng âm thanh, tốc độ cao nhất (8kb/s) và chu kỳ dịch vụ lớn nhất (50 ms) được lựa chọn như các thông số yêu cầu để đảm bảo chất lượng dịch vụ; trong khi đối với lưu lượng CBR, tốc độ gửi là hằng số và chu kỳ dịch vụ lớn nhất (100 ms) được lựa chọn như yêu cầu về chất lượng dịch vụ. Chúng ta ánh xạ luồng ưu tiên mức cao và luồng CBR video ưu tiên mức thấp vào các hàng đợi khác nhau với cùng tham số EDCF.



Hình 23. Trễ trung bình của âm thanh, CBR video giữa EDCF và HCF

Từ hình vẽ trên, có thể nhận ra rằng EDCF cho trễ rất thấp cho lưu lượng âm thanh. Khi ta tăng tốc độ tải đến 80% bởi việc tăng tốc độ gửi của tín hiệu CBR video, trễ trung bình của tín hiệu âm thanh vẫn giữ ở mức thấp và trễ trung bình của CBR video tăng đến xấp xỉ 185 ms. Trong khi đó ở lược đồ quản lý truy cập kênh HCF, trễ được giữ ở mức xấp xỉ 20 ms cho cả tín hiệu âm thanh và video mức ưu tiên thấp. Kết quả của mô phỏng chỉ ra rằng HCF có thể đảm bảo yêu cầu về độ trễ nhỏ nhất (50 ms) cho tất cả các luồng ở các mức tải khác nhau. Mặt khác, EDCF làm việc rất tốt với điều kiện tải thấp tuy nhiên trong điều kiện tải cao cơ chế này không còn đảm bảo được hoạt động tốt nữa.

6.3. Kết luận và các đề xuất kiến nghị trong tương lai

Việc phân tích và đánh giá một cách tổng thể các cơ chế hỗ trợ chất lượng dịch vụ của tầng MAC trong các hệ thống mạng cục bộ không dây cho ta đánh giá một cách khách quan các mặt mạnh và yếu của từng cơ chế. Luận văn đã đánh giá và phân loại các cơ chế cải tiến QoS khác nhau đề xuất cho IEEE 802.11 WLAN. Qua đó ta cũng nghiên cứu được những ưu, nhược điểm từ chúng để biết được nên dùng chúng trong những tình huống nào. Các nghiên cứu và đánh giá hiệu năng của chuẩn IEEE 802.11e về hỗ trợ chất lượng dịch vụ được nghiên cứu kỹ, kể cả những chế độ ở dạng tùy chọn cũng được phân tích và đánh giá thông qua các thí nghiệm mô phỏng trên ns-2. Phần cuối của luận văn cũng đề xuất một số cơ chế nhằm cải thiện hiệu năng chất lượng dịch vụ dựa trên cơ sở sử dụng hàng đợi. Thông qua đánh giá mô phỏng thì kết quả khá khả quan tuy nhiên vẫn còn phức tạp trong triển khai. Đây vẫn là một lĩnh vực còn cần đầu tư nghiên cứu để đạt được hiệu quả hơn nữa về các ứng dụng hỗ trợ chất lượng dịch vụ. Sau đây là một số vấn đề có thể tiếp tục mở rộng, nghiên cứu trong tương lai:

- Nghiên cứu cơ chế điều chỉnh các tham số thích ứng với tải lưu lượng và hiệu quả của kênh truyền trong chế độ ad-hoc EDCF
- Tối ưu hoá để được sự cân bằng giữa các yếu tố như hiệu quả kênh, ưu tiên và sự công bằng cho các dòng lưu lượng
- So sánh sự khác biệt của các lược đồ lập lịch của cơ chế HCF

- Ánh xạ giữa IP DiffServ (AF, EF), các mức ưu tiên của IntServ và các mức ưu tiên của IEEE 802.11e MAC
- Chuẩn hoá các mô hình và công cụ mô phỏng của chuẩn 802.11e

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Nguyễn Thúc Hải (1999), “*Mạng máy tính và các hệ thống mở*”, NXB Giáo dục, Hà Nội.
2. Nguyễn Nam Thuận (2005), “*Thiết kế và các giải pháp cho mạng không dây*”, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
3. Trần Việt An (2006), “*N5ối mạng không dây*”, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
4. Nguyễn Hồng Tuấn (2005), “*Mạng và các ứng dụng không dây*”, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
5. Đỗ Trọng Tuấn, Nguyễn Hữu Thanh (2005), “Mạng WLAN theo chuẩn IEEE 802.11”, Tạp chí Bưu chính Viễn thông & Công nghệ thông tin, số 263, trang 42- 43.
6. Đỗ Trọng Tuấn, Nguyễn Hữu Thanh (2005), “Ứng dụng công cụ NS trong mô phỏng mạng viễn thông”, Tạp chí Bưu chính Viễn thông & Công nghệ thông tin, số 253, trang 42- 43.

Tiếng Anh

7. IEEE 802.11 WG (1999), Reference number ISO/IEC 8802-11:1999(E) IEEE Std 802.11, “*International Standard for Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific Requirements—Part 11: wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications*”, IEEE Press.
8. IEEE 802.11 WG (2003), “*Draft supplement to standard for telecommunications and information exchange between systems-LAN/MAN specific requirements—Part 11: wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: medium access control (MAC) enhancements for quality of service (QoS)*”, IEEE 802.11e/Draft 4.2.

9. Aad I, Castelluccia C (2001), *“Differentiation mechanisms for IEEE 802.11”*. Proceedings of IEEE Infocom 2001, Anchorage, Alaska, USA, trang 209–218.
10. Vaidya NH, Bahl P, Gupa S (2000), *“Distributed fair scheduling in a wireless LAN”*, Proceedings of the Sixth Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (Mobicom 2000), Boston, USA, trang 167–178.
11. Deng J, Chang RS (1999), *“A priority scheme for IEEE 802.11 DCF access method”*, IEICE Transactions in Communications.
12. Sobrinho JL, Krishnakumar AS (1996), *“Real-time traffic over the IEEE 802.11 medium access control layer”*, Bell Labs Technical Journal.
13. Singla A, Chesson G (2001), *“HCF and EDCF simulations”*, IEEE 802.11e working document 802.11-01/525r0.
14. Liu H, Ma H, Zarki MEI, Gupta S (1997), *“Error control schemes for networks: an overview”*, Baltzer Journal of Mobile Networks and Applications.
15. Lindgren A, Almquist A, Schelen O (2001), *“Evaluation of quality of service schemes for IEEE 802.11 wireless LANs”*, Proceedings of the 26th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2001), USA.
16. Aad I, Castelluccia C. (2002), *“Remarks on per-flow differentiation in IEEE 802.11”*, Proceedings of European Wireless (EW2002), Florence - Italy.
17. The Network Simulator, <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
18. Tapan K. Sarkar, Robert Mailloux, Arthur A. Oliner, Magdalena Salazar-Palma, Dipak L. Sengupta (2006), *“History of Wireless”*, Wiley-IEEE Press.
19. Michael E. Flannagan (2001), *“Administering Cisco QoS for IP Networks”*, Syngress Press.