

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

ĐINH THỊ THU

**ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ CHO GIẢI PHÁP
THOẠI TRÊN GIAO THỨC INTERNET**

LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Hà Nội – Năm 2016

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

ĐINH THỊ THU

**ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ CHO GIẢI PHÁP
THOẠI TRÊN GIAO THỨC INTERNET**

Ngành: Công nghệ thông tin

Chuyên ngành: Kỹ thuật phần mềm (Software Engineering)

Mã số: 60480103

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

Hà Nội – Năm 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan kết quả trong luận văn là của chính bản thân tôi nghiên cứu, tham khảo và viết ra. Toàn bộ số liệu và kết quả là những thông tin do tôi thực hiện và chưa từng ai công bố trong bất kỳ luận văn nào trước đây. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có xuất xứ rõ ràng và được trích dẫn đúng quy cách. Tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm và chịu mọi hình thức kỷ luật theo quy định cho lời cam đoan của mình

Hà Nội, tháng 11 năm 2016

Tác giả luận văn

Đinh Thị Thu

LỜI CẢM ƠN

Trước tiên, tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới người hướng dẫn, thầy giáo, PGS.TS.Nguyễn Đình Việt, giảng viên khoa Công nghệ Thông tin trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội –Người đã giảng dạy và trực tiếp hướng dẫn tôi trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Tôi cũng xin gửi lời cảm ơn tới các thầy cô giáo đã giảng dạy tôi trong suốt ba năm học qua.

Cuối cùng, xin gửi lời cảm ơn tới gia đình và bạn bè tôi, những người luôn ủng hộ và khuyến khích tôi trong quá trình học tập.

Hà Nội, tháng 11 năm 2016

Đinh Thị Thu

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT.....	v
DANH SÁCH HÌNH VẼ.....	vii
DANH MỤC CÁC BẢNG	viii
MỞ ĐẦU	ix
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN QoS CHO TRUYỀN THÔNG ĐA PHƯƠNG	
TIỆN	1
1.1 Sự phát triển của dịch vụ thoại.	1
1.1.1 Sự ra đời của các hệ thống thoại.....	1
1.1.2 Các chuẩn liên quan đến chất lượng truyền thoại.....	1
1.1.3 Sự phát triển của các dịch vụ thoại trên mạng Internet.....	2
1.2 Khái niệm QoS.....	2
1.3 Yêu cầu QoS đối với dịch vụ thoại.....	2
1.3.1 Độ trễ (delay).....	2
1.3.2 Độ biến thiên trễ (jitter)	3
1.3.3 Tỷ lệ mất gói tin (Packet loss).....	3
CHƯƠNG 2.CÁC CƠ CHẾ VÀ MÔ HÌNH ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG	
DỊCH VỤ	4
2.1 Cơ chế kiểm soát chất lượng dịch vụ	4
2.1.1 Cung cấp dung lượng vượt mức yêu cầu.	4
2.1.2 Đăng ký dành trước tài nguyên.....	4
2.1.2 Ưu tiên hóa dịch vụ và người dùng	5
2.2 Cơ chế lập lịch.....	5
2.2.1 Hàng đợi FIFO (First In First Out).....	6
2.2.2 Hàng đợi ưu tiên PQ (Priority Queuing).....	6
2.2.3 Hàng đợi công bằng FQ (Fair Queue)	6
2.2.4 Hàng đợi quay vòng có trọng số - WRR (Weighted Round Robin).....	7
2.3 Mô hình đảm bảo chất lượng dịch vụ.....	7

2.3.1 Mô hình IntServ (Integrated Services)	7
2.3.2 Mô hình và kiến trúc DiffServ (Differentiated Services)	9
2.3.4 Các phương pháp xử lý gói trong DiffServ	10
CHƯƠNG 3. GIAO THỨC KẾT NỐI VÀ TRUYỀN TRONG VoIP	12
3.1 Giao thức báo hiệu trong VoIP	12
3.1.1 Giao thức báo hiệu SIP (Session Initiation Protocol)	12
3.1.2 Giao thức báo hiệu H323	15
3.2 Giao thức điều khiển cổng phương tiện MGCP (Media Gateway Controller Protocol)	16
3.2.1 Kiến trúc và thành phần của MGCP	16
3.2.2 Thiết lập cuộc gọi qua giao thức MGCP	18
3.3 Giao thức truyền tải RTP/RCTP	19
3.3.1 Vai trò của RTP	19
3.3.2 Nguyên lý sử dụng RTP	19
3.3.3 Giao thức RTCP	20
CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM MÔ PHỎNG	21
4.1 Hệ mô phỏng	21
4.1.1 Giới thiệu	21
4.1.2 Kiến trúc của NS2	21
4.1.3 Cấu trúc tệp lưu vết *.tr (trace file)	23
4.2 Thực nghiệm mô phỏng mô hình DiffServ	23
4.2.1 Mô hình thực nghiệm 1	23
4.2.2 Mô hình thực nghiệm 2	28
KẾT LUẬN	33
TÀI LIỆU THAM KHẢO	34
PHỤ LỤC	35
1 Chuẩn CD (CD-Quality)	35
2 Chuẩn điện thoại (Telephone-Quality)	35

CÁC THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
AF	Assured Forwarding	Chuyên tiếp đảm bảo
CBS	Committed Burst Size	Kích thước dữ liệu bùng nổ được cam kết
CIR	Committed Information Rate	Tốc độ truyền được cam kết
Codec	Coder and Decoder	Thiết bị mã hóa và giải mã
CP	Code Point	Điểm mã
DiffServ	Differentiated Services	Dịch vụ phân biệt
DS	DiffServ field	Trường DS
EBS	Excess Burst Size	Kích thước khối dữ liệu bùng nổ vượt mức được cam kết
EF	Expedited Forwarding	Chuyên tiếp nhanh
FIFO	First In First Out	Hàng đợi vào trước ra trước
FQ	Fair Queue	Hàng đợi công bằng
IETF	Internet Engineering Task Force	Đội đặc nhiệm công nghệ Internet (Một tổ chức tiêu chuẩn quốc tế)
IntServ	Integrated Services	Dịch vụ tích hợp
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
ISDN	Integrated Services Digital Network	Mạng số tích hợp đa dịch vụ
ITU	International Telecommunication Union	Hiệp hội viễn thông quốc tế.
PHB	Per-hop Behavior	Hành vi chuyên tiếp theo từng chặng
PIR	Peak Information Rate	Tốc độ truyền dữ liệu cực đại
PQ	Priority Queuing	Hàng đợi ưu tiên
PSTN	Public Switched Telephone Network	Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RSVP	Resource Reservation Protocol	Giao thức yêu cầu dành trước tài nguyên
SIP	Session Initiation Protocol	Giao thức khởi tạo phiên làm việc
SLAs	Service-level agreement	Cam kết mức dịch vụ
srTCM	Single-rate three colour marker	Đánh dấu 3 màu tốc độ đơn

TB	Token bucket	Giải thuật token bucket
trTCM	Two-rate three colour marker	Đánh dấu 3 màu hai tốc độ
TSW2CM	Time-sliding window with two colour marker	Cửa sổ trượt theo thời gian với đánh dấu 2 màu
TSW3CM	Time-sliding window with three colour marker	Cửa sổ trượt theo thời gian với đánh dấu 3 màu
VoIP	Voice over IP	Thoại qua IP
WFQ	Weighted Fair Queueing	Hàng đợi công bằng theo trọng số
WRR	Weighted Round Robin	Hàng đợi quay vòng có trọng số

DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 1.1 Ví dụ về packet loss	3
Hình 2.1 Mô hình dịch vụ tích hợp	8
Hình 2.2 Miền phân biệt dịch vụ	10
Hình 3.1 Chức năng của Proxy, Redirect Server trong mạng SIP	13
Hình 3.2 Mô hình kết nối trong H323	16
Hình 3.3 Vị trí giao thức MGCP trong mối quan hệ MGC và MG	17
Hình 3.4 Mô hình thiết lập cuộc gọi giữa A và B qua MGCP	18
Hình 3.5 Phần tiêu đề gói tin RTP	20
Hình 4.1 Quy trình mô phỏng	22
Hình 4.2 Chính sách của NS2	22
Hình 4.3 Cấu trúc tệp lưu vết	23
Hình 4.4 Mô hình mạng thực nghiệm 1	24
Hình 4.5 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1	25
Hình 4.6 Hình mô phỏng cùng độ ưu tiên với phần mềm NAM	25
Hình 4.7 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1	27
Hình 4.8 Hình mô phỏng trường hợp 2 bởi phần mềm NAM	27
Hình 4.9 Mô hình mạng thực nghiệm 2	28
Hình 4.10 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2	29
Hình 4.11 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2	30
Hình 4.12 Hình mô phỏng trường hợp 3, thực nghiệm 2	32

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1 Điểm số chất lượng chuẩn nén thoại	1
Bảng 2.1 Chi tiết phân lớp chuyển tiếp đảm bảo AF PH.....	11
Bảng 3.2 Bảng các trường trong bản tin mẫu	14
Bảng 4.1 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1	24
Bảng 4.2 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1	26
Bảng 4.3 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2	28
Bảng 4.4 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2	30
Bảng 4.5 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 3, thực nghiệm 2	31

MỞ ĐẦU

Trong những năm trở lại đây, lĩnh vực nghiên cứu về đảm bảo chất lượng dịch vụ trong mạng đã phát triển mạnh mẽ. Có nhiều công trình nghiên cứu tập trung vào lớp ứng dụng, truyền tải, tối ưu định tuyến trong mạng, điều khiển chất lượng dịch vụ theo luồng tin, điều khiển chất lượng dịch vụ theo lớp dịch vụ.

Kết quả của những công trình nghiên cứu điển hình về đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Services) liên quan mật thiết đến việc phân chia tài nguyên mạng.

Đảm bảo QoS trong mạng là vấn đề rộng và phức tạp, vì vậy phạm vi nghiên cứu của luận văn là tập trung vào các cơ chế và mô hình đảm bảo chất lượng dịch vụ IntServ (Integrated Services) và DiffServ (Differentiated Services).. Mô phỏng sử dụng công cụ mô phỏng mạng NS (Network Simulator) [4] để mô phỏng kiến trúc đảm bảo chất lượng dịch vụ thoại dựa theo mô hình DiffServ.

Ngoài phần mở đầu và kết luận, nội dung của luận văn này được phân thành bốn chương chính. Chương 1, giới thiệu về lịch sử phát triển dịch vụ thoại, khái niệm và yêu cầu liên quan đến đảm bảo chất lượng cho truyền tải thông tin thoại. Chương 2 liệt kê hai mô hình chính về đảm bảo chất lượng dịch vụ bao gồm: mô hình dịch vụ tích hợp IntServ và mô hình dịch vụ DiffServ. Chương 3 tìm hiểu về các giao thức báo hiệu và giao thức truyền trong truyền tải thoại trên Internet. Cuối cùng là chương 4, thực hiện mô phỏng truyền gói tin thoại qua mạng đã được cài đặt mô hình dịch vụ phân biệt, thiết lập quyền ưu tiên cho gói tin để đảm bảo chất lượng dịch vụ trong truyền tải thoại.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN QoS CHO TRUYỀN THÔNG ĐA PHƯƠNG TIỆN

1.1 Sự phát triển của dịch vụ thoại

1.1.1 Sự ra đời của các hệ thống thoại

Để thỏa mãn nhu cầu của khách hàng và gia tăng lợi nhuận, các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông yêu cầu giải pháp mới thay thế cho mạng thoại truyền thống. Mạng chuyển mạch gói dựa trên giao thức IP được coi là giải pháp công nghệ đáp ứng được sự gia tăng nhu cầu khách hàng. Cung cấp dịch vụ đa dạng bao gồm dịch vụ thoại và các dịch vụ đa phương tiện.

1.1.2 Các chuẩn liên quan đến chất lượng truyền thoại

Chất lượng truyền giọng nói qua mạng được đánh giá khác nhau. Chính vì vậy, ITU đã tiến hành thử nghiệm để đánh giá chất lượng âm thanh bằng đại lượng được gọi là Điểm chấp nhận được - MOS (Mean Opinion Score). Như trong bảng 1.1 thể hiện tốc độ truyền dữ liệu của chuẩn nén thoại nào càng lớn thì điểm số chất lượng của chuẩn nén thoại đó càng cao. Các kết quả đánh giá được thể hiện dưới bảng 1.1 như sau: [9]:

Bảng 1.1 Điểm số chất lượng chuẩn nén thoại

Chuẩn nén thoại	MOS	Tốc độ truyền dữ liệu (kbps)
PCM G.711	4.1	64
ADPCM 32K G.726	3.85	32
ADPCM 24K G.726	3.5	24
ADPCM 16K G.726	3.0	16
LDCELP G.728	3.61	16
CS-ACELP G.729	3.92	8
CS-ACELP G.729a	3.9	8-32
GSM	3.3/3.4	13
G.723.1 MPMLQ (6.3kbps)	3.9	6.3
G.723.1 ACELLP (5.3kbps)	3.8	5.3

1.1.3 Sự phát triển của các dịch vụ thoại trên mạng Internet

Từ 1/7/2001 đến nay Tổng cục bưu điện nước ta đã cho phép Viettel, VNPT, Saigon Postel và Điện lực Việt Nam chính thức khai thác điện thoại đường dài trong nước và quốc tế qua giao thức IP gọi tắt là VoIP. Sự xuất hiện VoIP ở Việt Nam đã cung cấp cho người dùng sử dụng dịch vụ điện thoại đường dài có cước phí thấp hơn nhiều so với dịch vụ điện thoại đường dài truyền thống với chất lượng mà người sử dụng có thể chấp nhận được. Nó cũng phù hợp với xu thế phát triển viễn thông trên thế giới. Phù hợp với tốc độ phát triển mạng truyền dữ liệu tốc độ cao.

1.2 Khái niệm QoS

Chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Service) là khái niệm rộng và được tiếp cận theo nhiều khía cạnh khác nhau. Có hai cách nhìn chủ yếu từ phía người sử dụng dịch vụ và từ phía nhà cung cấp dịch vụ mạng.

Chính vì vậy có thể định nghĩa QoS một cách ngắn gọn như sau:

“QoS là một chỉ số đo lường khả năng kiểm soát và phân bổ băng thông mạng để cung cấp mức dung lượng dữ liệu trong khả năng dự kiến, dựa trên tầm quan trọng của quá trình nghiệp vụ” [1].

“Để đạt yêu cầu về chất lượng dịch vụ (QoS) bởi việc kiểm soát thông số về độ trễ, độ biến thiên trễ, băng thông, số gói tin bị mất trên một mạng đã trở thành bí quyết đi đến thành công của giải pháp kết nối đầu cuối (end-to-end). Nên, QoS là tập hợp các kỹ thuật để quản lý tài nguyên mạng” [6].

1.3 Yêu cầu QoS đối với dịch vụ thoại

1.3.1 Độ trễ (delay)

Độ trễ: là thời gian cần thiết để truyền một gói tin từ nguồn tới đích.

Ví dụ: Gói tin đi từ node 1 tới node 2 mất 10 giây (s) thì delay = 10s.

Độ trễ phụ thuộc vào khoảng cách từ nguồn tới đích, tốc độ truyền dữ liệu, và thời gian xử lý giữa các node mạng. Tốc độ truyền càng lớn thì độ trễ càng nhỏ và ngược lại.

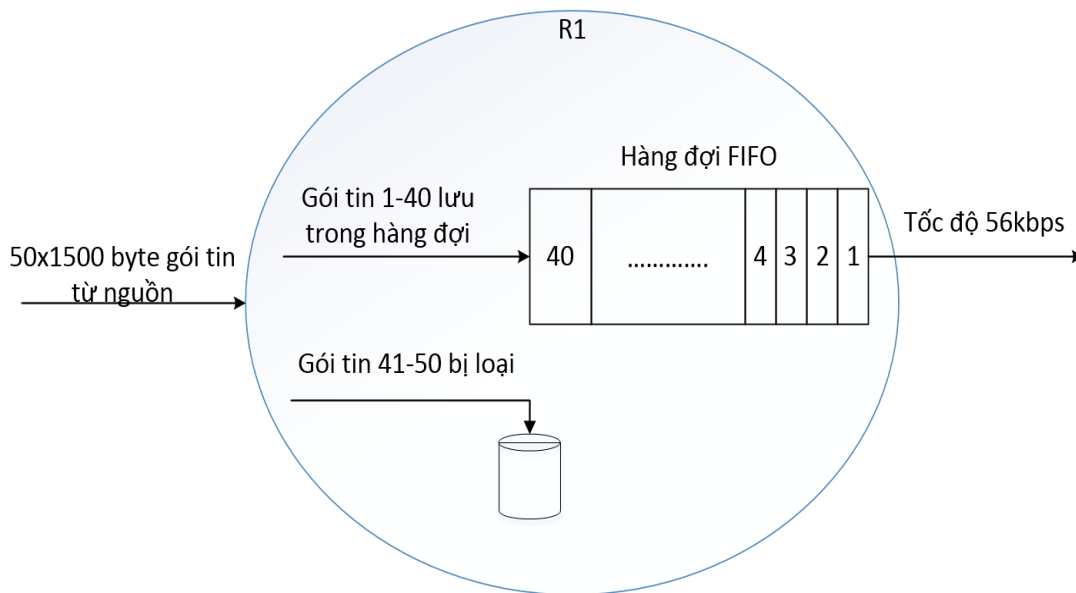
1.3.2 Độ biến thiên trễ (jitter)

Độ biến thiên trễ là sự biến động về độ trễ so với giá trị trung bình của độ trễ khi gửi các gói dữ liệu từ nguồn tới đích.

Độ biến thiên trễ có thể đo được bằng nhiều cách, một trong những cách đo được mô tả trong những tài liệu sau: Tài liệu giao thức truyền ứng dụng thời gian thực, IETF RFC 3550 RTP, tháng 7/2003; Báo cáo mở rộng về giao thức điều khiển, IETF RFC 3611 RTP, tháng 11/2003.

1.3.3 Tỷ lệ mất gói tin (Packet loss)

Khi các gói tin được truyền từ nguồn tới đích. Tỷ lệ mất gói (packet loss) có thể được biểu diễn là phần trăm của số gói tin được tạo ra nhưng không đến đích hoặc bị lỗi. Nó thường là kết quả của sự tắc nghẽn mạng do không đủ băng thông tại một số điểm trong mạng.



Hình 1.1 Ví dụ về packet loss

Theo thí dụ trên hình 1.1, một hàng đợi có kích thước 40, nhưng nhận được 50 gói đến liên tục, với tốc độ đến nhanh hơn tốc độ được đưa ra khỏi hàng đợi. Kết quả là hàng đợi sẽ bị đầy, 10 gói bị thừa ra sẽ bị loại và xóa. Đối với lưu lượng thời gian thực như thoại, video thì chỉ cần mất vài gói tin liên tục là đủ làm mất âm thanh, hình ảnh không đồng bộ với âm thanh. Chính vì vậy VoIP yêu cầu rất khắt khe về tỷ lệ mất gói trong truyền tải đa phương tiện.

CHƯƠNG 2. CÁC CƠ CHẾ VÀ MÔ HÌNH ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ

2.1 Cơ chế kiểm soát chất lượng dịch vụ

Ngày nay, việc thiết kế mạng phù hợp với hỗn hợp các dịch vụ mà người dùng yêu cầu là một thách thức đối với các nhà mạng. Làm sao để đảm bảo các dịch vụ chạy ổn định và trong suốt đúng theo hợp đồng mức dịch vụ (SLA) mà nhà mạng đã ký với người dùng. Dịch vụ càng phức tạp và càng nhiều lựa chọn mức dịch vụ cho người dùng thì quy hoạch thiết kế mạng càng phức tạp. Để thực hiện được như vậy, cần có những cơ chế để kiểm soát. Những cơ chế chính nhằm đạt chất lượng mạng tốt hơn mức “Cố gắng tối đa” – “Best Effort” truyền thống bao gồm ba cơ chế như sau: Thứ nhất là cung cấp dung lượng vượt mức yêu cầu; Thứ hai là đăng ký dành trước tài nguyên; Thứ ba là ưu tiên hóa các dịch vụ và người dùng.

2.1.1 Cung cấp dung lượng vượt mức yêu cầu.

Thực sự đây là cơ chế cực kỳ tốn kém và lãng phí tài nguyên vì hai cơ chế còn lại hoạt động theo nguyên lý sử dụng tối thiểu tài nguyên đủ đáp ứng cho các hợp đồng SLA. Mặc dù vậy, cũng có một vài yếu tố làm cho cơ chế này trở lên có sức thuyết phục.

- Chi phí về băng thông trên đường trục ngày càng giảm: nguyên nhân do tỷ lệ cung-cầu có sự chênh lệch.
- Quy hoạch mạng đơn giản nên việc tính toán tăng dung lượng khá dễ dàng.

2.1.2 Đăng ký dành trước tài nguyên

Đây là kỹ thuật thiết lập các tài nguyên sẵn sàng cho việc truyền dữ liệu. Nó thường được sử dụng các cơ chế như sau:

- ATM (Asynchronous Transfer Mode): kỹ thuật này được thiết kế để truyền nhiều loại dịch vụ với chất lượng được dự báo trước. Vì nhu cầu cho một giao thức báo hiệu kết nối giữa thiết bị đầu cuối và mạng, sự phức tạp của báo hiệu, quản lý lưu lượng, phân phối tài nguyên, mà ngày nay ATM đã

không còn phù hợp với vai trò là giao thức duy nhất cho sự hội tụ các mạng và ứng dụng.

- IP-IntServ (Internet Protocol Intergrated Servive): Giao thức IP về cơ bản là giao thức best-effort không có sự đảm bảo nào về chất lượng truyền khi phân phối các gói số liệu. Việc xác nhận số liệu đã đến đích hết hay chưa thuộc về giao thức lớp trên là giao thức TCP. Trong thời gian truyền thoại, các gói truyền lại mất thời gian lâu sẽ không còn giá trị và bị loại bỏ.

2.1.2 Ưu tiên hóa dịch vụ và người dùng

Thực chất QoS rất đa dạng về chức năng ưu tiên dịch vụ. Tại các điểm tập hợp các luồng dữ liệu trên mạng như router, bộ ghép kênh, bộ chuyển mạch, các gói dữ liệu với nhu cầu QoS khác nhau được kết hợp lại để dùng chung hạ tầng. Có hai yêu cầu chính để có thể thực hiện việc ưu tiên cho các dịch vụ và người dùng đó là: phải có phương tiện đánh dấu các luồng ưu tiên và cơ chế nhận dạng luồng ưu tiên này.

- IP-DiffServ (Internet Protocol Differentiaed Services): Với mô hình DiffServ, mỗi cờ được gắn vào mỗi gói tùy vào lớp dịch vụ. Những luồng dữ liệu có cùng nhu cầu tài nguyên được gom lại dựa vào cờ gắn trên mỗi gói tại các router biên.
- IP-MPLS (Multiprotocol Label Switching): Đây là cơ chế được đề xuất bởi IETF để tăng tốc độ truyền số liệu qua mạng. Cơ chế này cũng giống như cơ chế IP-DiffServ, tức là gắn nhãn vào mỗi phần đầu của gói. Khi gói tin đi qua các router mạng trung gian sẽ không bị kiểm tra từng gói.

2.2 Cơ chế lập lịch

Một số cơ chế lập lịch cơ bản sử dụng trong bộ định tuyến bao gồm:

Hàng đợi FIFO, hàng đợi ưu tiên PQ, hàng đợi công bằng FQ, hàng đợi quay vòng có trọng số WRR, hàng đợi công bằng có trọng số WFQ và hàng đợi dựa theo lớp công bằng có trọng số CBQ.

2.2.1 Hàng đợi FIFO (First In First Out)

Hàng đợi vào trước ra trước là cơ chế đợi ngầm định, các gói tin được đưa vào một hàng đợi và đi ra theo đúng thứ tự đã đi vào. FIFO là kiểu hàng đợi truyền thống và đơn giản nhất, không cần đến thuật toán điều khiển. Vì nó đối xử với tất cả các gói như nhau, vì vậy FIFO thích hợp với mạng cung cấp dịch vụ truyền theo kiểu nỗ lực tối đa (Best-Effort). FIFO không phù hợp với các dịch vụ cần sự phân biệt mức ưu tiên và tất cả các luồng lưu lượng đều bị giảm khi có nghẽn xảy ra.

2.2.2 Hàng đợi ưu tiên PQ (Priority Queuing)

Hàng đợi FIFO đặt tất cả gói tin vào hàng đợi đơn mà không quan tâm tới việc nó thuộc lớp lưu lượng nào, được ưu tiên hay không. Vì vậy xuất hiện yêu cầu phải có hàng đợi có ưu tiên— PQ, trong đó có n hàng đợi được tạo ra với các mức ưu tiên khác nhau. Thứ tự lập lịch được xác định bởi thứ tự ưu tiên và không phụ thuộc vào các gói tin. Ưu điểm của hàng đợi ưu tiên PQ là cung cấp phương tiện đơn giản để phân biệt lớp lưu lượng. Nhược điểm là luôn hướng tới xử lý mức ưu tiên cao nên hàng đợi có mức ưu tiên thấp có thể không gửi được gói tin đi.

2.2.3 Hàng đợi công bằng FQ (Fair Queue)

Đây là hàng đợi dựa trên luồng lưu lượng, trong FQ các gói tin đến được phân loại thành n hàng đợi. Mỗi hàng đợi nhận $1/n$ băng thông, bộ lập lịch kiểm tra các hàng đợi theo chu kỳ và bỏ qua hàng đợi rỗng. Mỗi khi bộ lập lịch tới một hàng đợi, một gói tin mới được truyền ra khỏi hàng đợi.

Hàng đợi này rất đơn giản, không yêu cầu chỉ định băng thông phức tạp. Mỗi một hàng đợi được thêm vào thì bộ lập lịch tự động đặt lại băng thông theo thực tế là $1/(n+1)$. Đây chính là ưu điểm của loại hàng đợi công bằng.

Nhược điểm của hàng đợi này là: Khi băng thông được chia ra thành $1/n$ phần, nếu các lớp lưu lượng đầu vào có yêu cầu băng thông khác nhau thì FQ không thể phân bố lại được đầu ra để đáp ứng yêu cầu đầu vào. Thêm nữa, khi kích thước các gói tin không được quan tâm trong FQ, kích thước các gói sẽ ảnh hưởng đến phân bố băng thông thực tế, kể cả bộ lập lịch vẫn hoạt động đúng trên cơ sở công bằng. Các hàng đợi có gói tin kích thước lớn hơn sẽ chiếm nhiều băng thông hơn các hàng đợi khác.

2.2.4 Hàng đợi quay vòng có trọng số - WRR (Weighted Round Robin)

Hàng đợi này được đưa ra nhằm giải quyết nhược điểm của hàng đợi công bằng FQ. WRR chia băng thông đầu ra với các lớp lưu lượng đầu vào phù hợp với băng thông yêu cầu. Nguyên lý hoạt động của WRR là: các luồng lưu lượng sẽ được nhóm thành m lớp, tương ứng với trọng số xác định bởi băng thông yêu cầu. Tổng các trọng số của các lớp là 100%. Mặc dù WRR đã khắc phục được nhược điểm của hàng đợi công bằng FQ nhưng chưa giải quyết được ảnh hưởng của kích cỡ gói tin với băng thông chia sẻ. Tiếp cận hàng đợi công bằng có trọng số WFQ cũng nhằm cải thiện sự ảnh hưởng của kích cỡ gói tin.

2.3 Mô hình đảm bảo chất lượng dịch vụ

Để đảm bảo QoS cho mạng IP, IETF đã thống nhất đưa ra hai mô hình chính: Mô hình dịch vụ tích hợp IntServ và mô hình dịch vụ phân biệt DiffServ. IntServ hướng theo mô hình báo hiệu QoS (signaled-QoS), theo đó thiết bị đầu cuối cần truyền phát tín hiệu yêu cầu QoS đến thiết bị nhận, tín hiệu này sẽ đi qua các thiết bị trung gian đến thiết bị nhận. Mô hình DiffServ làm việc theo kiểu cung cấp các mức độ QoS dự kiến có được (provisioned-QoS), theo mô hình này những nhân tố mạng được thiết lập để cho lưu lượng thuộc nhiều lớp dịch vụ khác nhau đi qua và có thể đạt được QoS dự kiến, trong điều kiện thuận lợi [2].

2.3.1 Mô hình IntServ (Integrated Services)

Ý tưởng ban đầu của mô hình dịch vụ tích hợp là hỗ trợ việc dành trước tài nguyên cho các luồng lưu lượng. Để thực hiện được cần thiết lập một tuyến dành trước tài nguyên, trước khi gửi dữ liệu, các bộ định tuyến và thiết bị mạng phải được cài đặt chức năng ưu tiên dành tài nguyên và bộ định tuyến cần phải điều khiển được các luồng lưu lượng.

lịch gói tin như thế nào. Khi gói tin đến, hệ thống nhận dạng gói tin thuộc về luồng đặt trước và đặt gói tin đó vào hàng đợi ưu tiên.

- Điều kiện chấp nhận: Việc dành trước tài nguyên cho yêu cầu mới sẽ bị từ chối nếu nút không có sẵn tài nguyên. Ưu điểm của việc dựa theo đo đạc là tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên mạng, mặc dù không đảm bảo chặt chẽ các cam kết tài nguyên.
- Nhận dạng luồng: Giao thức dành trước tài nguyên RSVP (Resource Reservation Protocol) sử dụng năm tham số trong gói tin để nhận dạng gói tin thuộc về các luồng dành trước tài nguyên trong nút.
- Lập lịch gói tin: Đây là bước cuối cùng trong RSVP. Bộ lập lịch thực hiện việc cấp phát tài nguyên. Nó quyết định gói tin nào gửi tiếp khi đường đi đã sẵn sàng.

2.3.2 Mô hình và kiến trúc DiffServ (Differentiated Services)

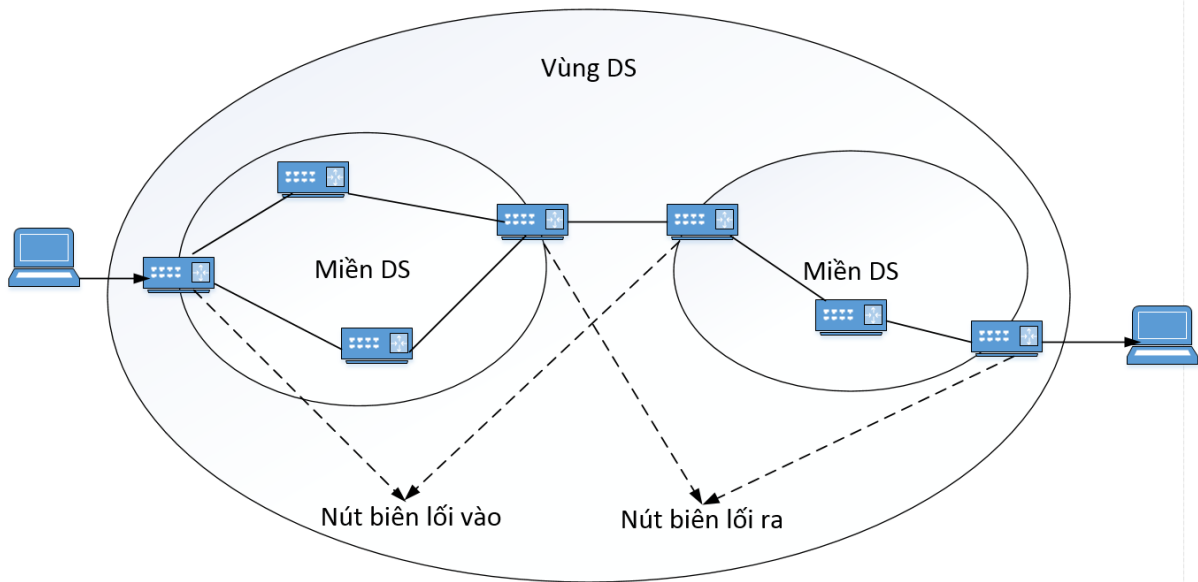
Nhóm IETF đã đề xuất mô hình DiffServ như một giải pháp đảm bảo chất lượng có tính khả thi và ứng dụng cao. Mô hình DiffServ thừa nhận một khía cạnh trái ngược với IntServ. Vấn đề tồn tại của IntServ là các nguồn tài nguyên cần phải được duy trì trạng thái thông tin theo từng luồng, điều này trở nên khó triển khai với mạng có số lượng dịch vụ và số lượng thiết bị mạng lớn vì bộ định tuyến cần phải xử lý lưu lượng rất lớn trong mạng. Còn giải pháp DiffServ không xử lý theo từng luồng riêng biệt mà ghép các luồng lại với nhau thành từng nhóm luồng có độ ưu tiên khác nhau. Mô hình DiffServ hướng tới xử lý trong từng dịch vụ phân biệt thay vì việc xử lý các luồng từ nguồn tới đích như mô hình IntServ.

Trong mô hình DiffServ, các bộ định tuyến được chia làm hai thành phần chính là: thành phần mạng biên (router biên) và thành phần mạng lõi (router lõi).

Thành phần mạng biên: Nhiệm vụ chính là phân loại gói tin và điều khiển lưu lượng truyền. Tại vị trí biên được đánh dấu, cụ thể là trường DS trong tiêu đề gói tin được thiết lập một giá trị nào đó gọi là CP.

Thành phần mạng lõi: đóng vai trò chuyển tiếp. Khi một gói tin được đánh dấu giá trị CP ở một router có hỗ trợ DiffServ, gói tin chuyển tới chặng tiếp

thông qua chính sách của từng chặng. Hành vi chuyển tiếp theo từng chặng – PHB (Per-hop Behavior) thực hiện tại các bộ định tuyến lõi bởi cách xếp hàng và quản lý điểm tắc nghẽn. Vì thế, bằng cách ánh xạ lưu lượng đến PHB khác nhau, bộ định tuyến có thể đảm bảo chất lượng dịch vụ mạng.



Hình 2.2 Miền phân biệt dịch vụ.

Một miền DS gồm các bộ định tuyến hỗ trợ cơ chế phân biệt dịch vụ. Vùng DS là tập hợp một hay vài miền DS kế tiếp nhau. Vùng này có khả năng hỗ trợ các miền DS, các miền trong vùng có thể hỗ trợ nội bộ cho các nhóm PHB khác nhau và các điểm mã khác nhau để sắp xếp PHB.

2.3.4 Các phương pháp xử lý gói trong DiffServ

Nhóm làm việc về DiffServ của IETF định nghĩa hai loại PHB trong RFC 2598 [5], RFC 3246 và RFC 2596 [5]: Thứ nhất là: chuyển tiếp nhanh EF (Expedited Forwarding) và thứ hai là: chuyển tiếp đảm bảo AF (Assured Forwarding).

- Chuyển tiếp nhanh EF PHB: đảm bảo tính năng về tốc độ hơn là độ tin cậy. Nó được ứng dụng cho các dịch vụ yêu cầu độ trễ, biến động trễ thấp đảm bảo băng thông. Biến động trễ và trễ chủ yếu gây nên bởi thời gian mà gói phải nằm chờ trong bộ nhớ đệm (hàng đợi).

- Chuyển tiếp đảm bảo AF PHB: Chuyển tiếp các gói dữ liệu với sự đảm bảo tỷ lệ mất gói thấp. AF PHB gồm 4 lớp chuyển tiếp và mỗi lớp có ba mức ưu tiên loại bỏ gói tin, mỗi lớp được gán một băng thông và vùng nhớ đệm nhỏ. Nếu bộ nhớ đệm đầy thì quá trình loại bỏ gói sẽ bắt đầu theo trật tự ưu tiên loại bỏ. Chi tiết phân loại AF và việc gán mã DSCP được thể hiện trong bảng 2.1 như sau:

Bảng 2.1 Chi tiết phân lớp chuyển tiếp đảm bảo AF PH

Lớp PHB	Phân lớp	Dự đoán mất gói	DSCP
AF4	AF41	Thấp	100010
	AF42	Trung bình	100100
	AF43	Cao	100110
AF3	AF31	Thấp	011010
	AF32	Trung bình	011100
	AF33	Cao	100010
AF2	AF21	Thấp	010010
	AF22	Trung bình	010100
	AF23	Cao	010110
AF1	AF11	Thấp	001010
	AF12	Trung bình	001100
	AF13	Cao	001110

- PHB và thỏa thuận lớp lưu lượng
PHB được xác định theo giới hạn tài nguyên của các router lõi, có quan hệ ưu tiên với các PHB khác. PHB được coi như khối sẵn có để cấp phát tài nguyên, chúng chia sẻ chính sách áp dụng cho nhau trong phạm vi nhóm như lập lịch, quản lý bộ đệm.

CHƯƠNG 3. GIAO THỨC KẾT NỐI VÀ TRUYỀN TRONG VoIP

Những giao thức VoIP có thể được phân loại tùy theo vai trò của chúng trong suốt quá trình chuyển giao thông điệp. H323 và SIP là những giao thức báo hiệu, các giao thức này dùng để thiết lập, ngắt và thay đổi cuộc gọi. RTP và RTCP là giao thức cung cấp chức năng vận chuyển End-To-End cho những ứng dụng truyền dữ liệu yêu cầu truyền thời gian thực (real-time) như là âm thanh và video. Những chức năng đó bao gồm nhận diện loại dữ liệu, số trình tự, tham số thời gian và giám sát tiến trình gửi. TRIP, SAP, STUN, TURN bao gồm một nhóm các giao thức hỗ trợ có liên quan đến VoIP. Sau cùng, bởi vì VoIP gián tiếp dựa vào tầng vận chuyển bên dưới để vận chuyển dữ liệu nên đòi hỏi nhiều giao thức như là TCP, IP, DNS, DHCP, SNMP, RSVP và TFTP.

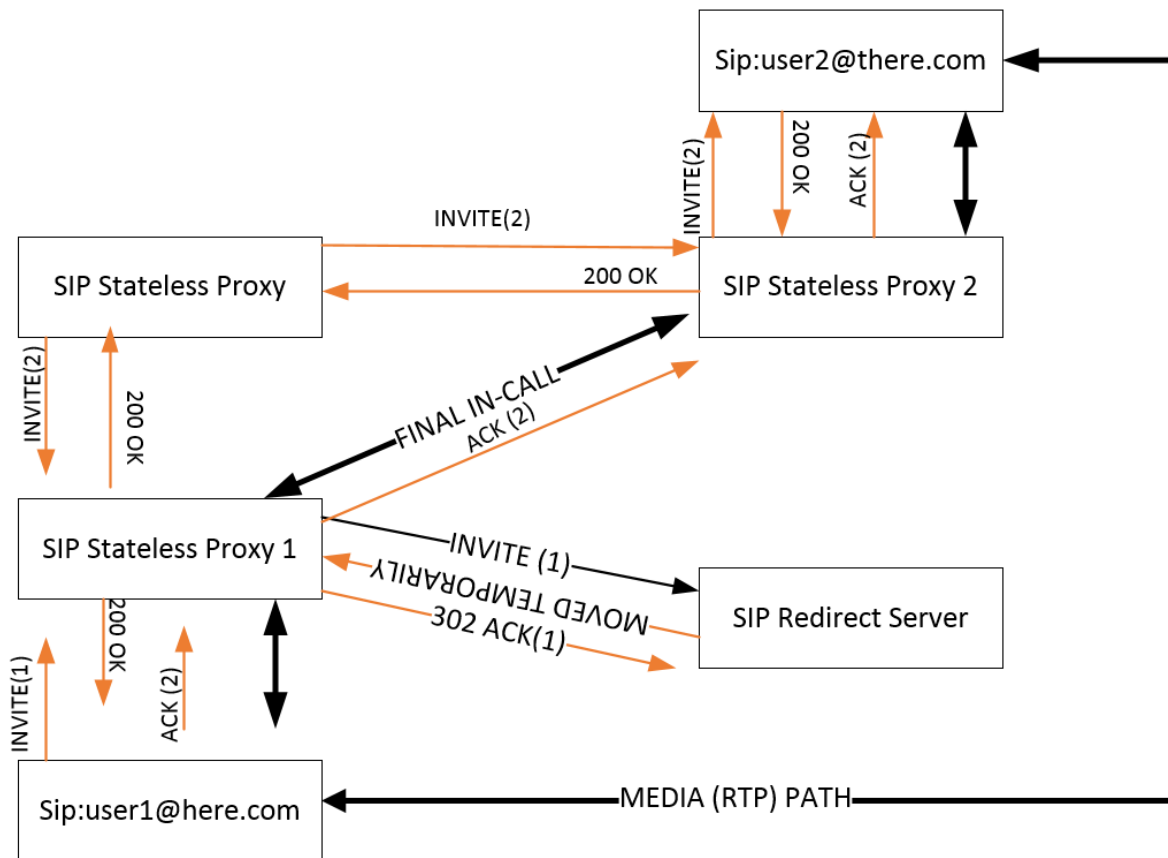
3.1 Giao thức báo hiệu trong VoIP

3.1.1 Giao thức báo hiệu SIP (Session Initiation Protocol)

SIP là giao thức phổ biến hiện nay, được dùng trong truyền dữ liệu đa phương tiện thông qua mạng IP. SIP là chuẩn của IETF đưa ra trong RFC 2543, là giao thức điều khiển lớp ứng dụng bao gồm khởi tạo, chỉnh sửa và kết thúc phiên làm việc (session). SIP sử dụng các bản tin INVITE để thiết lập phiên và mang thông tin mô tả phiên truyền dẫn. Các chức năng của SIP độc lập nên chúng không phụ thuộc vào bất kỳ giao thức lớp trên nào.

Hai thành phần trong hệ thống SIP: SIP Client (Máy khách SIP) và SIP Server (Máy chủ SIP)

- Sip Client: bao gồm các thiết bị hỗ trợ SIP như: điện thoại IP, chương trình thoại (Softphone) là những thiết bị và giao diện phục vụ người dùng.
- Sip Server có những chức năng cụ thể sau: Proxy Server, Redirect Server, Registra Server, Location Server.



Hình 3.1 Chức năng của Proxy, Redirect Server trong mạng SIP

Bản tin SIP bao gồm: bản tin yêu cầu và bản tin đáp ứng. Bản tin yêu cầu được gửi từ máy khách đến máy chủ. RFC 3261 định nghĩa loại bản tin yêu cầu xác định người dùng, khởi tạo, sửa đổi, hủy phiên.

- Bản tin INVITE: yêu cầu thiết lập phiên hoặc thay đổi đặc tính phiên trước.
- Bản tin ACK: xác nhận máy khách đã nhận được phản hồi cuối cùng của bản tin INVITE. Bản tin ACK được gửi từ đầu tới cuối cho phản hồi với mã 200 OK. ACK có thể chứa phần thân bản tin với mô tả phiên cuối cùng nếu bản tin INVITE không chứa.
- Bản tin OPTION: yêu cầu truy vấn tới máy chủ về khả năng của nó.
- Bản tin BYE: yêu cầu hủy phiên đã được thiết lập trước đó.
- Bản tin CANCEL: cho phép máy chủ và máy khách hủy yêu cầu.
- Bản tin REGISTER: Một máy khách sử dụng bản tin này để yêu cầu đăng ký xác thực của người dùng đến máy chủ SIP.

Cấu trúc mẫu bản tin SIP yêu cầu được thể hiện như sau [13]:

```
F1 INVITE Alice -> atlanta.com proxy

INVITE sip:bob@biloxi.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bKnashds8
Max-Forwards: 70
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142

(Alice's SDP not shown)
```

Cấu trúc mẫu bản tin SIP đáp ứng được thể hiện như sau [16]:

```
F9 200 OK Bob -> biloxi.com proxy

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP server10.biloxi.com;branch=z9hG4bK4b43c2ff8.1
;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP
bigbox3.site3.atlanta.com;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1
;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bKnashds8
;received=192.0.2.1
To: Bob <sip:bob@biloxi.com>;tag=a6c85cf
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:bob@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131

(Bob's SDP not shown)
```

Ý nghĩa các trường trong bản tin mẫu chi tiết trong bảng 3.2 như sau:

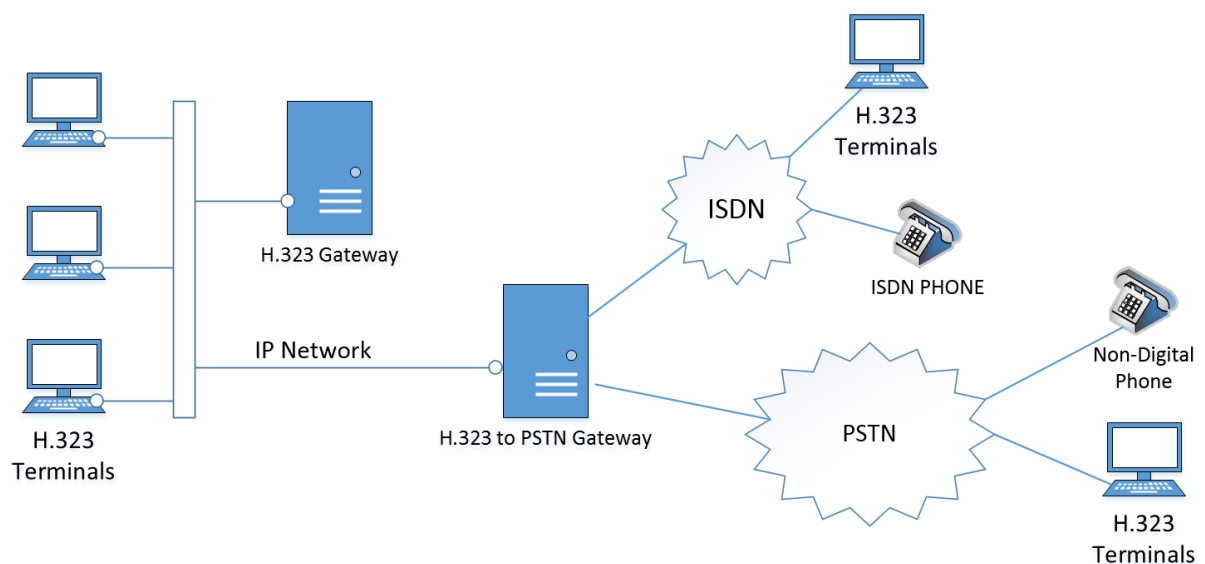
Bảng 3.2 Bảng các trường trong bản tin mẫu

Tiêu đề SIP	Mô tả
From	Địa chỉ người gửi, bao gồm SIP hoặc SIP URI với tùy chọn tên được hiển thị
To	Người nhận bản tin SIP

Call-ID	Xác định thông tin trong bản tin SIP
Cseq	Xác định, sắp xếp, đánh dấu chuỗi SIP yêu cầu. Nó có thể khác giữa bản tin được truyền lại và truyền mới.
Via	Xác định đường đi được chỉ ra cho bản tin yêu cầu và đáp ứng sẽ được gửi.
Contact	Chứa SIP hoặc SIP URI của UA(User Agent) muốn nhận SIP yêu cầu mới.
Allow	Liệt kê tập phương thức SIP được hỗ trợ bởi UA..
Supported	Liệt kê tập các phần mở rộng của SIP hỗ trợ bởi UA.
Require	Tương tự trường Supported nhưng là của UA ở xa, cần thiết cho một transaction được xử lý.
Content-Type	Kiểu của thân bản tin SIP.
Content-Length	Kích thước phần thân bản tin SIP.

3.1.2 Giao thức báo hiệu H323

Giao thức H323 là giao thức được phổ biến bởi Liên minh viễn thông quốc tế ITU (International Telecommunication Union). Bộ giao thức cho phép những thiết bị khác nhau có thể kết nối được với nhau. Chủ yếu hỗ trợ thoại, còn hỗ trợ video và kết nối dữ liệu là phần mở rộng của H323.



Hình 3.2 Mô hình kết nối trong H323

Thành phần chủ yếu của hệ thống H323 bao gồm thiết bị đầu cuối, cổng phương tiện (Gateway), giám sát cổng truyền thông (Gatekeeper) và các đơn vị điều khiển đa điểm (MCUs).

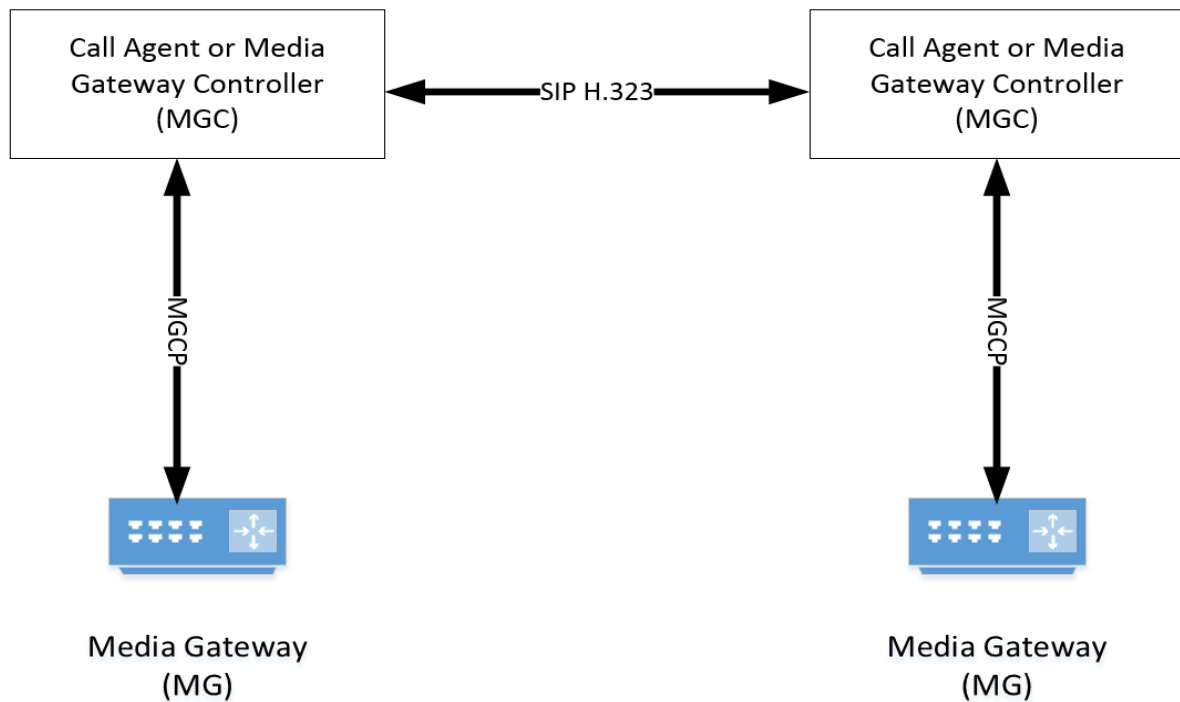
- *Thiết bị đầu cuối* (điện thoại, softphones, IVRs, thư thoại, máy quay phim ...) là những thiết bị điển hình tác động qua lại với người dùng cuối. Phần mềm MS Netmeeting là một ví dụ của thiết bị đầu cuối. Các thiết bị đầu cuối chỉ cung cấp thoại hoặc đa phương tiện như là video và sự cộng tác ứng dụng thời gian thực.
- *Cổng phương tiện (Gateways)* là thành phần mở rộng, có nhiệm vụ giải quyết điều khiển tín hiệu và truyền dẫn phương tiện. Chức năng điển hình của gateway là cung cấp giao diện cho những mạng khác nhau như là ISDN, PSTN hoặc những hệ thống H323 khác.
- *Giám sát cổng truyền thông (Gatekeeper)* cũng là phần mở rộng của H323, điều khiển việc phân giải địa chỉ và cho vào mạng H323. Chức năng bắt buộc tối thiểu của một Gatekeeper gồm: Phiên dịch địa chỉ, điều khiển cho phép truy nhập, điều khiển băng thông, quản lý vùng. Chức năng tùy chọn gồm: Báo hiệu điều khiển cuộc gọi, cấp phép cho cuộc gọi, quản lý cuộc gọi.
- *Đơn vị điều khiển đa điểm (MCUs)* hỗ trợ hội nghị nhiều bên giữa ba hay nhiều thiết bị đầu cuối. Nó phối hợp các phương thức giao tiếp của các bên tham gia và cung cấp các đặc trưng trộn âm thanh và hình ảnh cho thiết bị đầu cuối.

3.2 Giao thức điều khiển cổng phương tiện MGCP (Media Gateway Controller Protocol)

3.2.1 Kiến trúc và thành phần của MGCP

Giao thức điều khiển cổng đa phương tiện MGCP được coi là giao thức điều khiển trong quan hệ Client/Server. Trong đó MGC đóng vai trò Server thực hiện quản lý trạng thái cuộc gọi và định hướng cho MG từng bước trong quá trình thiết lập cuộc gọi. Cổng đa phương tiện MG sẽ không thực hiện bất cứ một hoạt động nào có liên quan đến cuộc gọi như cung cấp âm mời quay

số, chúng nếu như không có yêu cầu của MGC. Quan hệ giữa MG và MGC (hay CA) được mô tả trên hình 3.3 như sau:

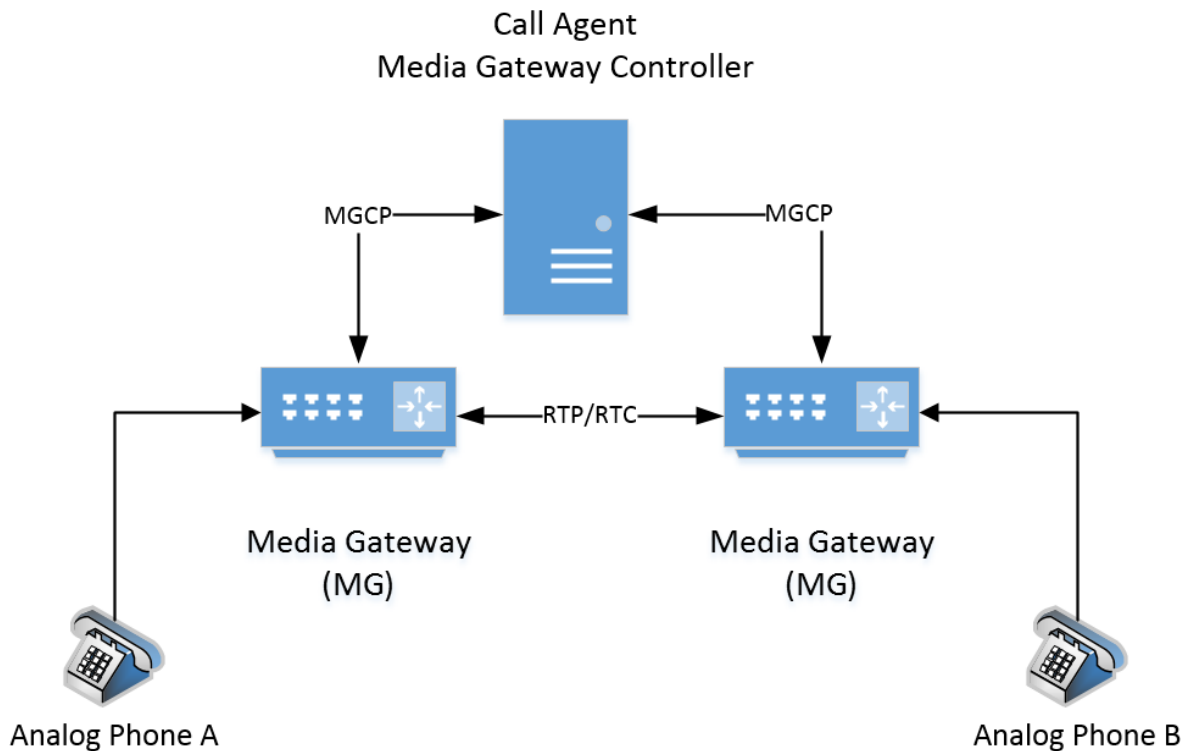


Hình 3.3 Vị trí giao thức MGCP trong mối quan hệ MGC và MG

MGC thực hiện báo hiệu cuộc gọi, điều khiển MG. MGC và MG trao đổi lệnh với nhau thông qua MGCP. Quá trình thiết lập giữa hai đầu cuối tại các gateway cùng được quản lý bởi MGC diễn ra như sau:

- + MGC gửi CreatConnection tới GW đầu tiên. GW sẽ định vị các tài nguyên cần thiết và gửi trả các thông tin cần thiết cho kết nối như địa chỉ IP, cổng UDP, các tham số cho quá trình đóng gói. Các thông tin này được chuyển tiếp qua MGC.
- + MGC gửi CreatConnection tới GW thứ hai chứa các thông tin chuyển tiếp trên. GW này trả về các thông tin mô tả phiên của nó.
- + MGC gửi lệnh ModifyConnection tới đầu cuối thứ nhất. Quá trình kết nối thành công sau khi hoàn tất các bước trên.

3.2.2 Thiết lập cuộc gọi qua giao thức MGCP



Hình 3.4 Mô hình thiết lập cuộc gọi giữa A và B qua MGCP

Cuộc gọi giữa hai máy điện thoại cố định A và điện thoại cố định B được thể hiện theo các trình tự thiết lập cuộc gọi như sau:

- Khi điện thoại A nhắc máy lên gọi một cuộc gọi tới điện thoại B, tín hiệu đi qua Gateway A, Gateway A sẽ gửi bản tin cho bộ điều khiển trung tâm MGC (Media Gateway Controller).
- Gateway A tạo âm mời quay số và nhận số bị gọi.
- Số bị gọi được gửi cho bộ điều khiển trung tâm MGC.
- Bộ điều khiển trung tâm MGC xác định định tuyến cuộc gọi như sau: Bộ điều khiển trung tâm gửi lệnh cho Gateway B, Gateway B đổ chuông đến điện thoại B. Cuối cùng bộ điều khiển trung tâm MGC gửi lệnh cho Gateway A và B tạo phiên kết nối RTP/RTCP

3.3 Giao thức truyền tải RTP/RCTP

3.3.1 Vai trò của RTP

RTP không cung cấp một cơ chế nào đảm bảo việc vận chuyển dữ liệu tới các trạm mà nó dựa trên các dịch vụ ở tầng thấp để thực hiện điều này. Nó cũng không đảm bảo việc truyền các gói theo đúng thứ tự. Nó dựa vào số thứ tự trong RTP header để bên thu sắp xếp lại thứ tự đúng của các gói bên phát.

3.3.2 Nguyên lý sử dụng RTP

Như đã biết, Internet là một mạng chia sẻ. Gói tin trên mạng Internet đều bị ảnh hưởng bởi độ trễ và biến thiên trễ. Nhưng các ứng dụng đa phương tiện đòi hỏi thời gian đồng bộ giữa dữ liệu truyền đi và được phát lại. RTP cung cấp chuẩn thời gian, đánh số thứ tự và các cơ chế khác để bảo đảm thời gian.

- **Timestamp (tem thời gian):** Đây là thông tin quan trọng nhất cho ứng dụng thời gian thực. Người gửi thiết lập timestamp cho byte đầu tiên trong một gói mẫu.
- **Sequence Number:** Vì truyền đa phương tiện sử dụng giao thức UDP, mà giao thức này truyền không tin cậy nên Sequence Number được sử dụng để sắp xếp các gói dữ liệu theo đúng thứ tự. Đồng thời cũng phát hiện được những gói tin bị mất.
- **Payload type identifier:** định dạng tải trọng tương đương với cơ chế mã hóa hay nén. Nhiều loại định dạng tải trọng có thể được bổ sung bằng cách cung cấp cấu hình hoặc đặc tả tải trọng. Tại bất cứ thời điểm truyền dẫn, tải trọng có thể bị thay đổi để nâng cao chất lượng truyền hoặc điều chỉnh sự tắc nghẽn mạng.
- **SSRC (Synchronization Source Identifier):** số nhận dạng đồng bộ của gói RTP, nó được chọn ngẫu nhiên. Trong một phiên RTP có thể có nhiều hơn một nguồn đồng bộ. Nó cho phép các ứng dụng có thể biết được nguồn phát, nguồn thu để đồng bộ giúp việc truyền dữ liệu được

thông suốt. Ví dụ trong một cuộc hội nghị thoại, từ nguồn phát người dùng có thể nhận biết được ai đang nói.

- Phần tiêu đề cố định được biểu diễn bởi hình 3.4 như sau:

0	2	3	4	8	9	16	31
V=2	P	X	CC	M	PT	Sequence number	
timestamp							
synchronizations source identifier (SSRC)							
contributing source list (CSRC)							

Hình 3.5 Phần tiêu đề gói tin RTP

3.3.3 Giao thức RTCP

Giao thức RTCP dựa trên việc truyền gói điều khiển tới các nút tham gia vào phiên truyền. Sử dụng cơ chế phân phối gói dữ liệu trong mạng giống như RTP và sử dụng các dịch vụ của giao thức UDP. RTCP thực hiện 4 chức năng chính:

- Thứ nhất, cung cấp thông tin phản hồi về chất lượng truyền tải dữ liệu.
- Thứ hai, cung cấp định danh giao vận.
- Hai chức năng trên là bắt buộc cho tất cả những bên tham gia gửi gói RTCP, vì vậy tỷ lệ phải được kiểm soát cho RTP để tăng số lượng lớn bên tham gia.

Thứ tư, chức năng tùy chọn nhằm truyền thông tin điều khiển tối thiểu, xác định bên tham gia được hiển thị trong giao diện người dùng.

CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM MÔ PHỎNG

4.1 Hệ mô phỏng

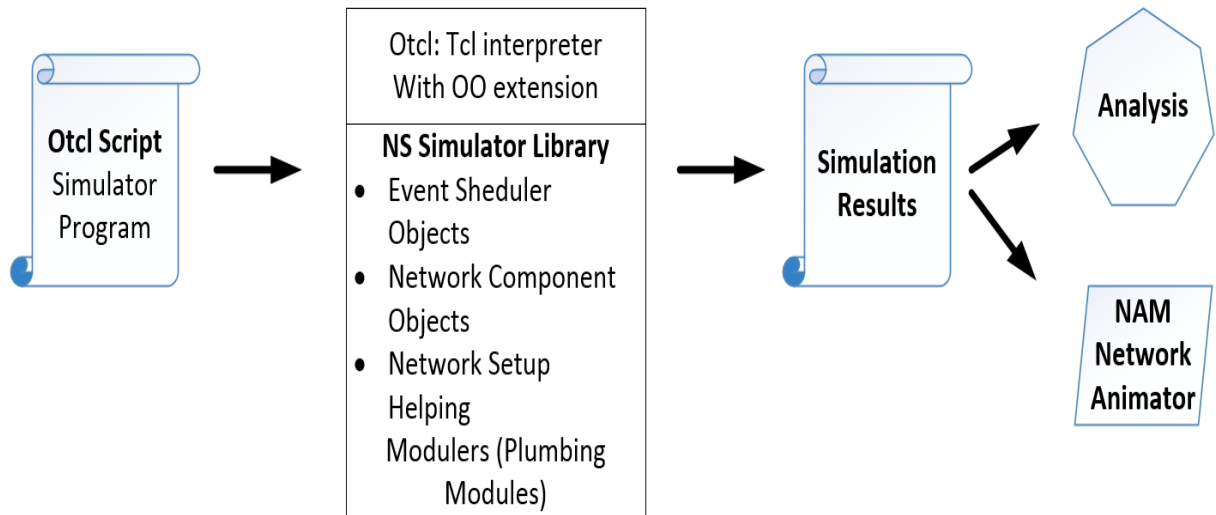
4.1.1 Giới thiệu

NS (Network Simulator) là phần mềm mô phỏng phục vụ các nghiên cứu về mạng máy tính. NS cung cấp môi trường thực nghiệm tốt nhất để nghiên cứu đánh giá các giao thức trong các điều kiện khác nhau. Người sử dụng có thể thay đổi cấu hình hoặc mở rộng mô hình một cách dễ dàng, linh hoạt. Phiên bản NS phổ biến và ổn định để mô phỏng là NS2. Để hoàn thành Luận văn này tôi sử dụng trên phiên bản NS-2.35. NS2 (Network Simulator version 2) còn có một vài công cụ khác đi kèm, cung cấp khả năng hiển thị hình ảnh, topo mạng, sự chuyển động giữa các nút mạng, như: Nam, Xgraph.

4.1.2 Kiến trúc của NS2

Ngôn ngữ được sử dụng để viết nên bộ mô phỏng NS2 là C++ và OTcl (Object Oriented Tool Command Language). Trong đó C++ dùng viết phần lõi của bộ mô phỏng, thực hiện các chức năng ít thay đổi như: xử lý dữ liệu, thao tác với gói tin; Còn OTcl được sử dụng để viết các thành phần giao diện và điều khiển quá trình mô phỏng.

Mã mô phỏng (simulation script) cần được thông dịch sẽ được kết nối tới bộ thông dịch OTcl. Trình thông dịch này tạo ra các đối tượng OTcl tương ứng với mỗi đối tượng trong các mô-đun được xây dựng bằng C++.



Hình 4.1 Quy trình mô phỏng.

Hình 4.1 là quy trình thực hiện mô phỏng từ góc nhìn người dùng. NS có bộ thông dịch OTcl chứa bộ lập lịch các sự kiện mô phỏng, các thư viện thành phần mạng, thư viện mô-đun thiết lập mạng. Để thực hiện mô phỏng, người nghiên cứu phải viết chương trình bằng ngôn ngữ OTcl. Khi mô phỏng kết thúc, NS sinh ra một hay nhiều tập tin chứa các thông tin chi tiết về sự kiện xảy ra trong mạng mô phỏng dưới dạng văn bản.

Mô hình DiffServ được cài đặt trong NS2 định nghĩa năm chính sách ưu tiên chuyển tiếp các gói tin của router lõi tương ứng với các dấu hiệu do router biên đánh dấu.

TSW2CM	DSCP CIR			2 priorities		
TSW3CM	DSCP CIR	PIR		3 priorities		
TokenBucket	DSCP CIR	CBS		2 priorities		
srTCM	DSCP CIR	CBS	EBS	3 priorities		
trTCM	DSCP CIR	CBS	PIR	PBS	3 priorities	

Hình 4.2 Chính sách của NS2

Trong các chính sách trong hình 4.2, nó được chia ra làm hai loại chính sách cụ thể là: chính sách dựa trên cửa sổ trượt và chính sách dựa theo tốc độ phục vụ các luồng gói tin.

4.1.3 Cấu trúc tệp lưu vết *.tr (trace file)

Dữ liệu được NS2 đưa ra sau khi mô phỏng được lưu trên tệp riêng, gọi là tệp lưu vết *.tr (trace file). Tệp lưu vết là tệp kiểu văn bản (text file) chứa thông tin của gói tin hoạt động trong suốt thời gian mô phỏng theo từng tầng: tầng điều khiển truy cập (MAC- Media Access Control), tầng mạng (network), tầng giao vận. Tệp lưu vết bao gồm 12 trường [12].

event	time	from node	to node	pkt type	pkt size	flags	fid	src addr	dst addr	seq num	pkt id
-------	------	-----------	---------	----------	----------	-------	-----	----------	----------	---------	--------

r: receive
 +: enqueue
 -: dequeue
 d: drop

src addr: node.port (3.0)
 dst addr: node.port (0.0)

Hình 4.3 Cấu trúc tệp lưu vết

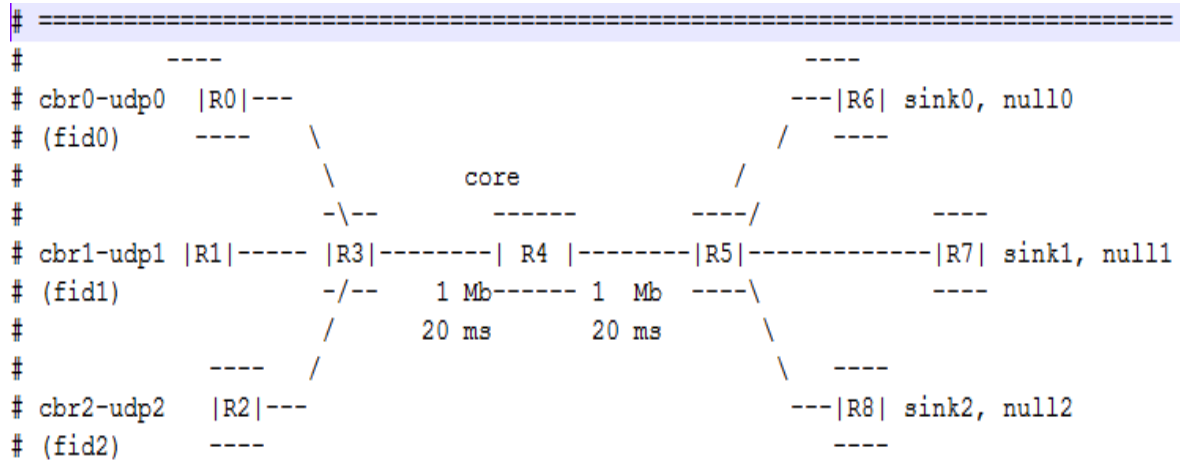
4.2 Thực nghiệm mô phỏng mô hình DiffServ

4.2.1 Mô hình thực nghiệm 1

Bài toán: Nhà cung cấp dịch vụ thoại trên Internet cung cấp cho n khách hàng đang sử dụng trên hạ tầng đường truyền chính có băng thông 1Mbps. Mỗi khách hàng ký một hợp đồng đảm bảo chất lượng dịch vụ khác nhau. Giả sử có ba cấp độ ưu tiên: khách hàng VIP có độ ưu tiên cao nhất, cần phải đảm bảo chất lượng tốt nhất (ổn định, không mất gói); khách hàng VIP1 có độ ưu tiên trung bình, cần phải đảm bảo chất lượng trung bình (tỷ lệ mất gói <50%); khách hàng VIP2 có độ ưu tiên thấp, không cần phải đảm bảo chất lượng dịch vụ. Hệ thống mạng chỉ dành riêng cho thoại.

Giải pháp các nhà cung cấp dịch vụ đưa ra là sử dụng DiffServ nhằm cung cấp chất lượng dịch vụ ứng với mỗi khách hàng khi lưu lượng trên đường truyền quá tải.

- a. Mô hình mạng mô phỏng (Topo mạng)



Hình 4.4 Mô hình mạng thực nghiệm 1

Mô hình 4.4 bao gồm 3 luồng lưu lượng (R1, R2, R3). Khi nguồn gửi lưu lượng tới đích qua mạng áp dụng mô hình đảm bảo QoS DiffServ. Nguồn sinh lưu lượng kiểu cbr (mô phỏng nguồn sinh lưu lượng Voice và Video trong thực tế) sử dụng giao thức UDP để truyền.

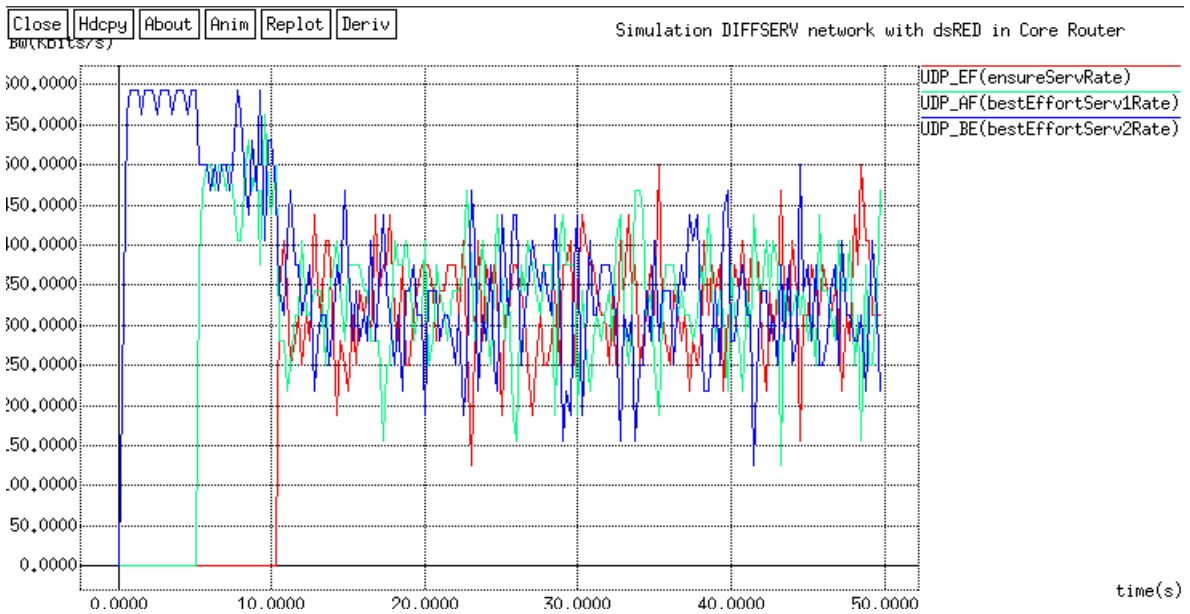
b. Thực thi và kết quả

Trường hợp 1: Mạng core có cài đặt DiffServ nhưng để 3 luồng tới 3 khách hàng có độ ưu tiên như nhau.

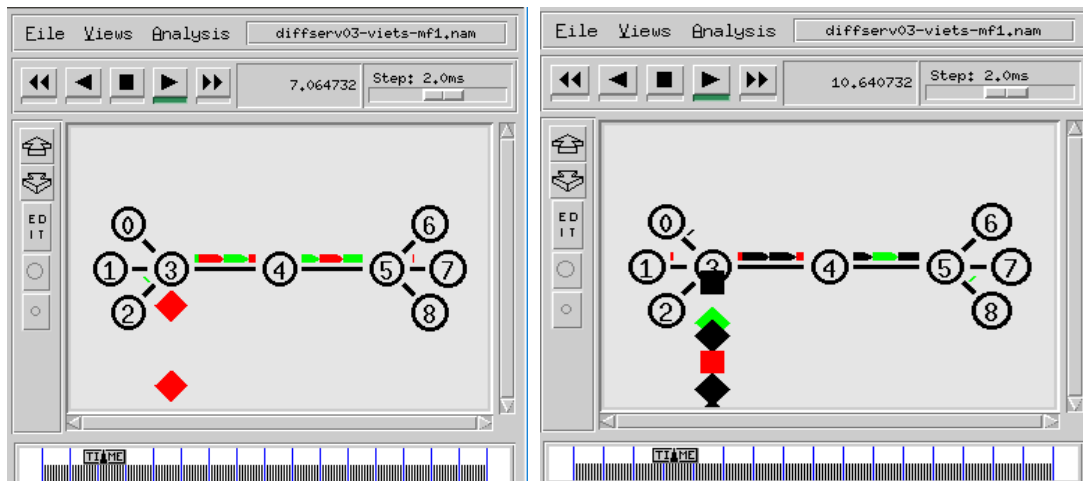
Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.1 như sau:

Bảng 4.1 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1

	Luồng UDP_EF	Luồng UDP_AF	Luồng UDP_BE
Thông tin được nhập vào			
Kích thước gói (bytes)	1000	1000	1000
Tốc độ truyền (Mbps)	0.6	0.6	0.6
Mã đánh dấu	10	10	10
Mức ưu tiên loại bỏ gói	Cao	Cao	Cao
Thời gian bắt đầu truyền (giây)	10	5.0	0.1
Kết quả được in ra			
Số gói truyền (gói)	2974	3348	3717
Số gói mất (gói)	1311	1357	1386
Tỷ lệ mất gói (%)	44.0	40.5	37.2



Hình 4.5 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1



Hình 4.6 Hình mô phỏng cùng độ ưu tiên với phần mềm NAM

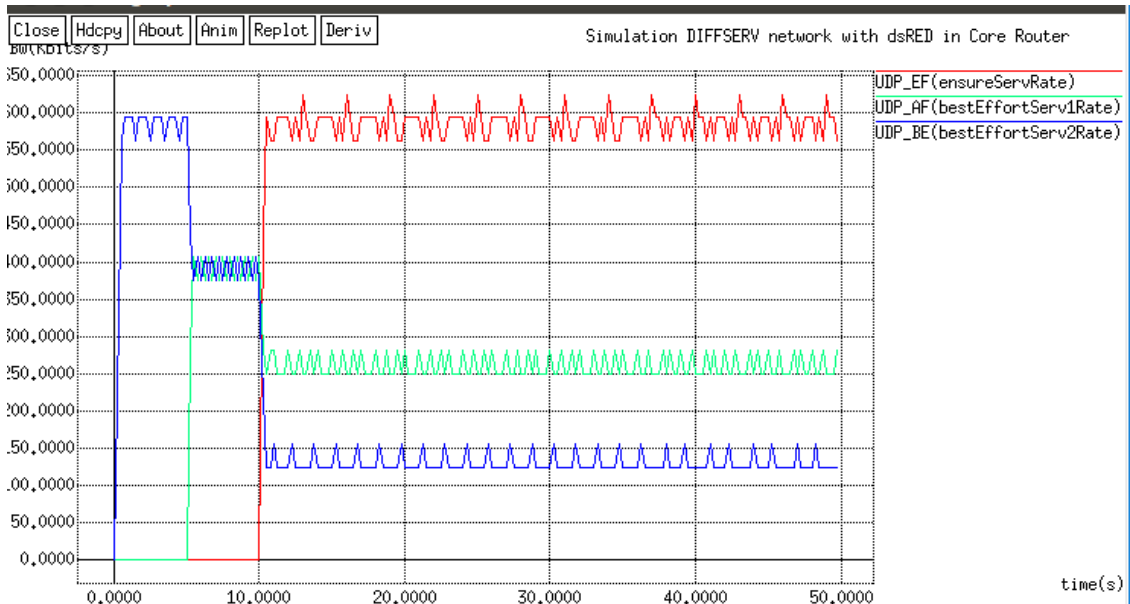
Mặt khác kết quả trong bảng 4.1 và hình 4.6 cũng cho thấy: Luồng nào phát trước sẽ có tỷ lệ mất gói tin ít hơn luồng phát sau đó. Luồng UDP_BE phát đầu tiên, ở giây thứ 0.1, có tỷ lệ mất gói nhỏ nhất trong ba luồng là 37.2%. Luồng UDP_EF phát cuối cùng, ở giây thứ 10, có tỷ lệ mất gói cao nhất trong ba luồng là 44%.

Trường hợp 2: Mạng core có cài đặt DiffServ nhưng để 3 luồng tới 3 khách hàng có độ ưu tiên lần lượt là cao, trung bình, thấp tương ứng với hợp đồng cam kết chất lượng dịch vụ mà họ đã ký.

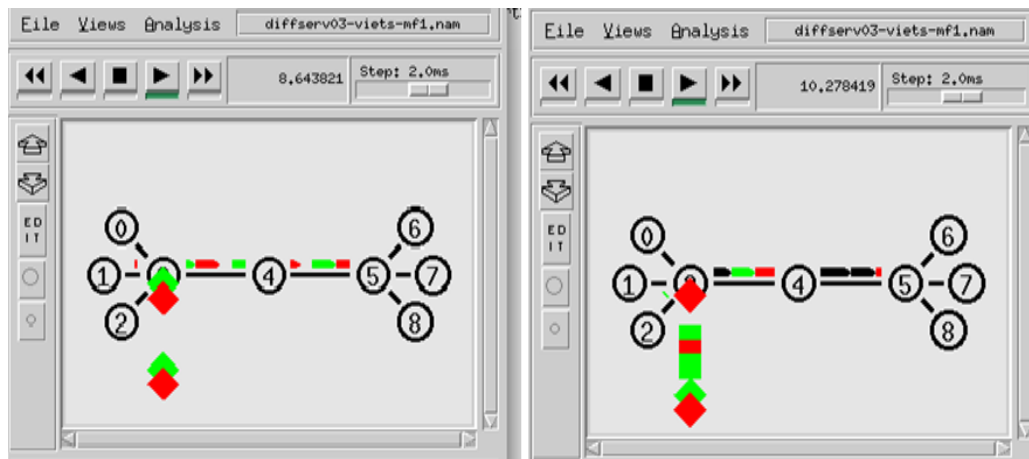
Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.2 như sau:

Bảng 4.2 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1

	Luồng UDP_EF	Luồng UDP_AF	Luồng UDP_BE
Thông tin được nhập vào			
Kích thước gói (bytes)	1000	1000	1000
Tốc độ truyền (Mbps)	0.6	0.6	0.6
Mã đánh dấu	10	20	30
Mức ưu tiên loại bỏ gói	Cao	Trung bình	Thấp
Thời gian bắt đầu truyền (giây).	10.0	5.0	0.1
Kết quả được in ra			
Số gói truyền (gói)	2995	3263	3514
Số gói mất (gói)	0	1682	2230
Tỷ lệ mất gói (%)	0	51.5	63.4



Hình 4.7 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1



Hình 4.8 Hình mô phỏng trường hợp 2 bởi phần mềm NAM

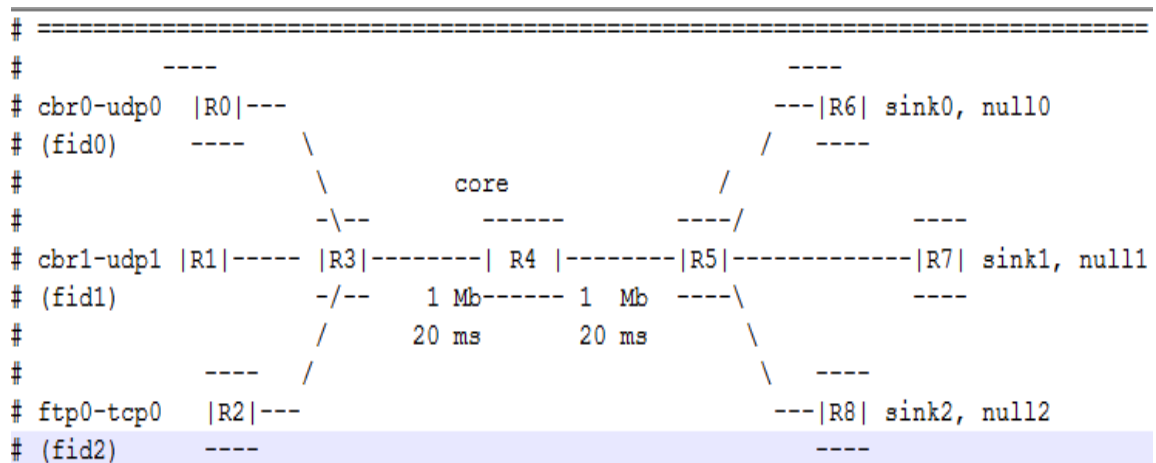
Như trên hình vẽ 4.7 cho thấy, khi các nguồn lần lượt phát, tốc độ truyền gói tin đảm bảo 0.6Mbps. Nguồn có độ ưu tiên thấp nhất được phát đầu tiên ở giây thứ 0.1s. Nguồn có độ ưu tiên cao nhất được phát cuối cùng ở giây thứ 10. Từ thời điểm 0.1s đến 5.0s, nguồn UDP_BE phát đầu tiên nên vẫn nhận đủ băng thông 0.6Mbps.

Vậy với bài toán cần đảm bảo chất lượng dịch vụ cho từng yêu cầu khách hàng như trên, có thể sử dụng phương pháp phân chia từng lớp lưu lượng theo độ ưu tiên khác nhau.

4.2.2 Mô hình thực nghiệm 2

Bài toán: Nhà cung cấp dịch vụ thoại trên nền Internet dùng chung với các dịch vụ khác cho n khách hàng. Ví dụ trong bài toán này là dùng chung với dịch vụ FTP (truyền dữ liệu có giao thức TCP). Làm thế nào để đảm bảo băng thông cho truyền thoại trên hệ thống mạng dùng chung này.

a. Mô hình mạng



Hình 4.9 Mô hình mạng thực nghiệm 2

b. Thực thi và kết quả

Trường hợp 1:

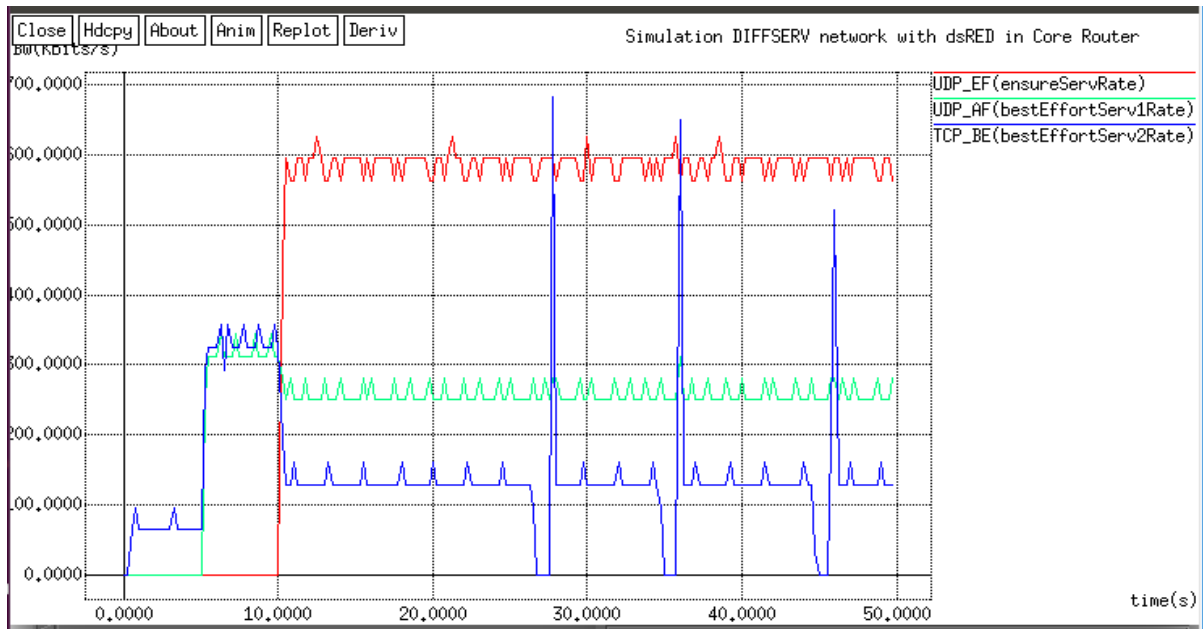
Tiến hành mô phỏng ta thấy:

Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.3 như sau:

Bảng 4.3 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2

	Luồng UDP_EF	Luồng UDP_AF	Luồng TCP_BE
Thông tin được nhập vào			
Kích thước gói (bytes)	1000	1000	1000
Tốc độ truyền (Mbps)	0.6	0.6	0.6
Mã đánh dấu	10	20	30
Mức ưu tiên loại bỏ gói	Cao	Trung bình	Thấp

Thời gian bắt đầu truyền (giây).	10.0	5.0	0.1
Kết quả được in ra			
Số gói truyền (gói)	2995	3258	3620
Số gói mất (gói)	0	1735	4
Tỷ lệ mất gói (%)	0	53.2	0.1



Hình 4.10 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2

Trong trường hợp 1, thực nghiệm 2, ta có ba luồng được phát lần lượt với mức ưu tiên khác nhau. Luồng UDP_EF có mức ưu tiên cao nhất nhưng phát sau cùng và tại thời điểm 10.0s. Luồng TCP_BE có mức ưu tiên thấp nhất nhưng phát trước tiên. Theo bảng 4.3, luồng UDP_EF có mức ưu tiên cao nhất nên tỷ lệ mất gói tin bằng 0%, chất lượng truyền tin tốt nhất.

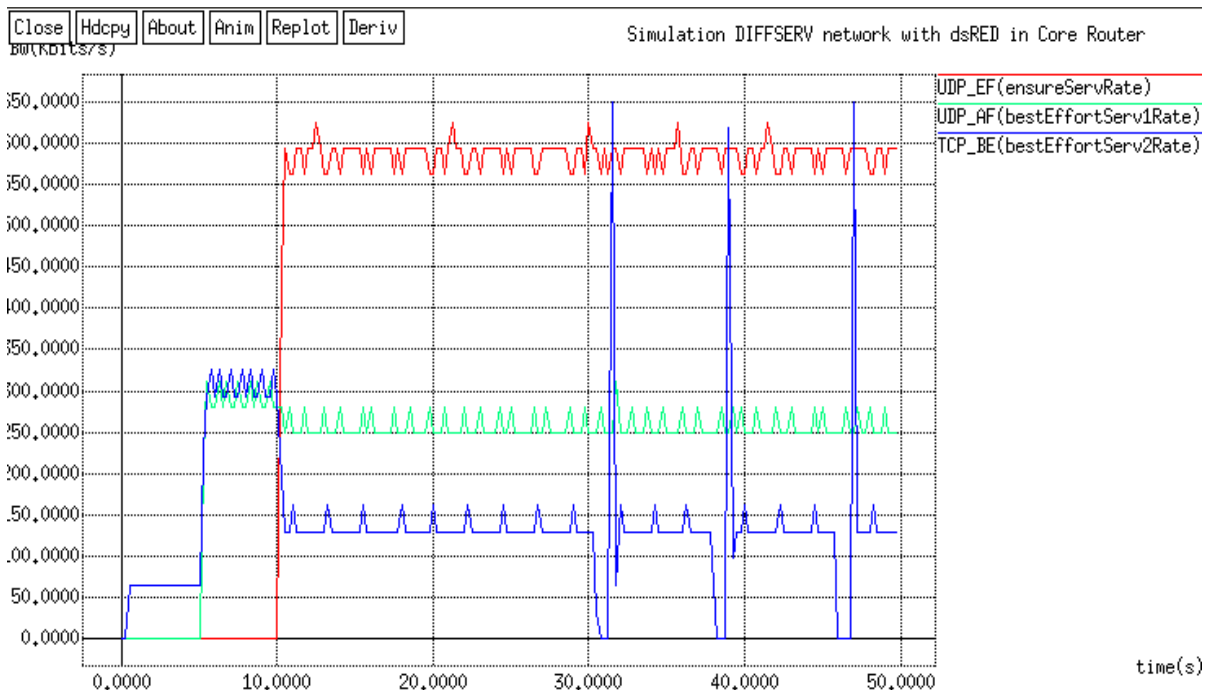
Trường hợp 2: Giảm băng thông từ R2-R3 xuống từ 10Mbps đến 1Mbps.

Tiến hành mô phỏng ta thấy:

Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.4 như sau:

Bảng 4.4 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2

	Luồng UDP_EF	Luồng UDP_AF	Luồng TCP_BE
Thông tin được nhập vào			
Kích thước gói (bytes)	1000	1000	1000
Tốc độ truyền (Mbps)	0.6	0.6	0.6
Mã đánh dấu	10	20	30
Mức ưu tiên loại bỏ gói	Cao	Trung bình	Thấp
Thời gian bắt đầu truyền (giây).	10.0	5.0	0.1
Kết quả được in ra			
Số gói truyền (gói)	2995	3256	3272
Số gói mất (gói)	0	1752	3
Tỷ lệ mất gói (%)	0	53.8	0.09



Hình 4.11 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2

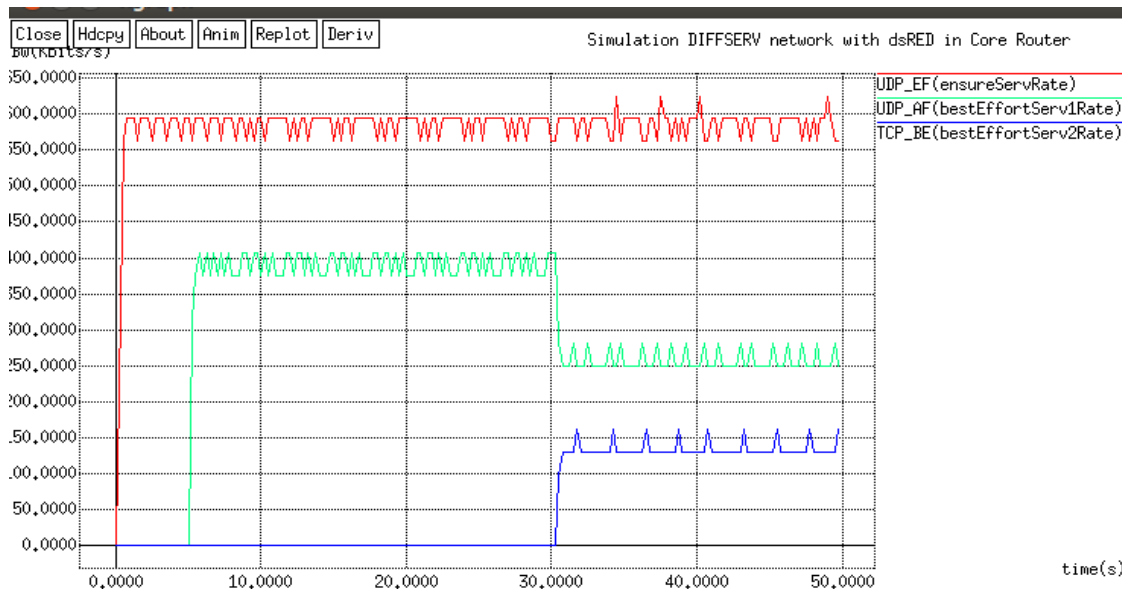
Dựa theo bảng 4.3 và bảng 4.4. Sau khi giảm băng thông từ nguồn R2 đến router biên R3 từ 10Mbps xuống 1Mbps, tỷ lệ mất gói của UDP_AF không thay đổi nhiều mà còn có chiều hướng tăng nhẹ từ 53.2% đến 53.8 %. Nhưng tỷ lệ mất gói của TCP_BE thì có giảm nhẹ từ 0.1% xuống 0.09%.

Trường hợp 3: Điều chỉnh nguồn phát từ R3 bắt đầu phát từ giây thứ 30
Tiến hành mô phỏng ta thấy:

Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.5 như sau:

Bảng 4.5 Bảng thông số mô phỏng trường hợp3, thực nghiệm 2

	Luồng UDP_EF	Luồng UDP_AF	Luồng TCP_BE
Thông tin được nhập vào			
Kích thước gói (bytes)	1000	1000	1000
Tốc độ truyền (Mbps)	0.6	0.6	0.6
Mã đánh dấu	10	20	30
Mức ưu tiên loại bỏ gói	Cao	Trung bình	Thấp
Thời gian bắt đầu truyền (giây).	0.1	5.0	30
Kết quả được in ra			
Số gói truyền (gói)	3737	3257	1321
Số gói mất (gói)	0	1347	0
Tỷ lệ mất gói (%)	0	41.3	0



Hình 4.12 Hình mô phỏng trường hợp 3, thực nghiệm 2

Trong trường hợp 3, thay đổi thời gian phát gói tin chậm hơn gói ưu tiên thì tỷ lệ mất gói UDP_AF có độ ưu tiên thứ hai đã giảm đáng kể: từ 53.2 % xuống 41.3 %. Đồng thời tỷ lệ mất gói của gói TCP_BE giảm từ 0.09% xuống 0%. Vừa đảm bảo tránh tắc nghẽn vừa đảm bảo chất lượng gói tin truyền được đến đích một cách tối đa, tận dụng được tài nguyên mạng, không gây lãng phí.

Trong hai phần thực nghiệm trên, ta thấy tỷ lệ mất gói lên tới 40-60%, điều này trái ngược với thực tế là các nhà cung cấp thường đưa ra chỉ số mất gói 0.1-0.5%. Lý do ở đây là luận văn cố gắng thể hiện luồng lưu lượng bùng nổ vượt quá băng thông cho phép. Kết quả hiển thị ra mới nhìn thấy được sự thay đổi khi áp dụng mô hình đảm bảo chất lượng. Còn trong thực tế, nhà cung cấp luôn đưa ra điều kiện đảm bảo băng thông đầy đủ, tỷ lệ mất gói tin của lưu lượng thoại khi truyền trên mạng chỉ bị ảnh hưởng bởi yếu tố khác như nhiễu chẳng hạn.

Vậy với bài toán đảm bảo chất lượng dịch vụ thoại khi sử dụng mạng dùng chung với các dịch vụ khác ta cần thực hiện một vài kỹ thuật sau: thứ nhất là, thiết lập độ ưu tiên cho từng lớp dịch vụ trong mạng; thứ hai là, làm chậm thời gian phát cho những luồng có độ ưu tiên thấp hay luồng sử dụng dịch vụ khác VoIP.

KẾT LUẬN

Luận văn tập trung nghiên cứu về các mô hình đảm bảo chất lượng dịch vụ truyền thông đa phương tiện nói chung, truyền thông thoại nói riêng. Mô hình đặc trưng cho dịch vụ này là: DiffServ và IntServ. Tùy thuộc vào yêu cầu và đặc điểm của từng nhà mạng mà ta xây dựng mô hình, áp dụng phương pháp đảm bảo chất lượng với thông số phù hợp. Mô hình IntServ yêu cầu phải có sự đặt trước tài nguyên ở các nút mạng nên khó thực hiện, ngược lại thì hiệu quả khá cao. Mô hình DiffServ không yêu cầu đặt trước tài nguyên nên tương đối dễ cài đặt, ngược lại thì hiệu quả cũng bị hạn chế.

Mặt khác luận văn cũng trình bày thêm về những giao thức báo hiệu, giao thức truyền tải gói dữ liệu. Đây cũng chính là điều kiện để đưa ra cơ chế và mô hình phù hợp để đảm bảo gói tin được truyền từ nguồn tới đích một cách nhanh nhất, không bị trễ và không mất gói tin.

Cuối cùng, luận văn mô phỏng mô hình phù hợp để đảm bảo chất lượng cho truyền thoại qua mạng Internet. Phần thực nghiệm tập trung mô phỏng mô hình mạng được thiết lập DiffServ. Mô phỏng DiffServ giải quyết bài toán phân quyền ưu tiên cho từng lớp lưu lượng để đảm bảo chất lượng truyền thoại cho lớp khách hàng yêu cầu chất lượng cao, tỷ lệ mất gói tin thấp nhất (dưới 0.1%). Luận văn cũng đề xuất giải pháp làm giảm tỷ lệ mất gói tin cho những luồng lưu lượng có độ ưu tiên thấp hơn để tăng chất lượng dịch vụ truyền thoại trên mạng Internet dùng chung. Giải pháp đó là làm chậm thời gian phát các gói tin không phải là gói tin thoại. Kết quả của giải pháp này khá khả thi vì tỷ lệ mất gói của lưu lượng thoại đã giảm một cách đáng kể.

Do không có nhiều thời gian nên luận văn có thể có những sai sót và hạn chế. Phần mô phỏng chỉ giải quyết được vấn đề về tỷ lệ mất gói. Ngoài ra còn nhiều yếu tố khác chưa được giải quyết như: nhiễu, độ trễ, độ biến thiên trễ, chuẩn nén gói tin. Rất mong quý thầy/cô trong ban hội đồng thông cảm.

Chân thành cảm ơn quý thầy/cô trong ban hội đồng đã dành thời gian xem xét và đánh giá. Đồng cảm ơn thầy Nguyễn Đình Việt đã không quản vất vả, đã nhiệt tình hướng dẫn em trong thời gian qua.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

A. Tài liệu Tiếng Việt

[1] <http://www.pcworld.com.vn/articles/cong-nghe/cong-nghe/2005/09/1184451/quality-of-service/>

B. Tài liệu Tiếng Anh

[2] Cisco system 08/2005, DiffServ- The scalable end-to-end quality of service model, White paper

[3] Daniel Minoli (2003) Telecommunications Technology Handbook

[4] Eitan Altman, Tania Jimenez (2003-2004), Lecture notes “NS Simulator for beginners”.

[5] <http://ipsla.savvis.net/SLAms.jsp?mth=2016AUGUST>

[6] <http://www.cisco.com/c/en/us/products/ios-nx-os-software/quality-of-service-qos/index.html>

[7] <http://www.internap.com/support/sla/>

[8] <https://www.us.ntt.net/support/sla/network.cfm>

[9] International Telecommunication Union August 1996, ITU-T Recommendation P800 Series P: Telephone Transmition Quality

[10] International Telecommunication Union May 2004, List of ITU-T Recommendations

[11] John R. Vacca, High-Speed Cisco Networks, Lecture “Quality-of-Service Solutions”

[12] Kevin Fall and Kannan Varadhan November 2011, NS Notes and Documentation (A Collaboration between researchers at UC Berkeley, LBL, USC/ISI, and Xerox PARC)

[13] RFC 3261 SIP: Session Initialtion Protocol, June 2006

<https://tools.ietf.org/html/rfc3261>

[14] Series G: Transmission Systems And Media, Digital Systems and Networks ITU-T G.114 05/2003

PHỤ LỤC

1 Chuẩn CD (CD-Quality)

CD-DA: chuẩn audio CD có tốc độ 44.1kHz/16 tức là dữ liệu audio là 44,100 lần trên giây và với 1 bit depth của 16. CD-DA cũng là dạng stereo, sử dụng hai kênh trái và phải, vì vậy số lượng dữ liệu gấp đôi mono- chỉ sử dụng 1 kênh đơn lẻ.

Số bit-rate của dữ liệu PCM audio được tính theo công thức.

Bit rate = sample rate x bit depth x channels.

Ví dụ: bit rate của bản ghi CD-DA (44,1kHz, 16 bit rate, 2 kênh) được tính bằng:

$$44,100 \times 16 \times 2 = 1,411,200 \text{ bit/s} = 1,411.2 \text{ kbit/s}$$

Dung lượng của dữ liệu audio PCM được tính theo công thức:

Size in bits = sample rate x bit depth x channels x length of time.

Size in bytes = size in bits /8

Ví dụ: 80 phút (=4800 giây) của dữ liệu CD-DA yêu cầu 846.720.000 bytes lưu trữ:

$$(44.100 \times 16 \times 2 \times 4.800)/8 = 846.720.00 \text{ bytes} == 847 \text{ MB.}$$

MP3:

+ 32 kbit/s: chất lượng chấp nhận được.

+ 96 kbit/s: chất lượng thấp

+ 128 or 160 kbit/s: chất lượng trong khoảng giữa

+ 192 kbit/s: chất lượng trung bình

+ 256 kbit/s: chất lượng cao.

+ 320 kbit/s: chất lượng cao nhất được hỗ trợ cho chuẩn MP3.

2 Chuẩn điện thoại (Telephone-Quality)

Truyền tải giọng nói chính là dạng tương tự, trong khi đó dữ liệu mạng lại ở dạng số. Để truyền tải giọng nói qua mạng cần phải thực hiện nén và giải nén. Có rất nhiều chuẩn nén/giải nén tín hiệu tương tự sang tín hiệu số. Nó thực sự khá phức tạp. Hầu hết việc chuyển đổi đều sử dụng cơ chế điều chế xung mã (PCM) hoặc những biến thể.

Thêm vào đó, các bộ nén và giải nén chuỗi dữ liệu, đôi khi cung cấp thêm tính năng hủy bỏ tiếng ồn. Việc nén này cũng giúp tiết kiệm băng thông.

Bảng bộ nén / giải nén phổ biến hay được sử dụng với các thông số cụ thể như sau [3]:

Bit rate: Tỷ lệ các bit được truyền trên một phân kết nối và tính bằng kpbs

Sampling rate: Số lượng mẫu / giây khi số hóa âm thanh.

MOS: Phương pháp đánh giá chủ quan của chất lượng âm thanh 1-5

Chuẩn âm thanh	Phát triển bởi	Mô tả thuật toán	Tốc độ (kb/s)	Tần số (kHz)	Ghi chú	Điểm chấp nhận được(MOS)
G.711 *	ITU-T	Sử dụng bộ điều chế xung mã (Pulse code modulation - PCM)	64	8	U-law (US, Japan) and A-law (Europe)	4.1
G.711.1	ITU-T	Sử dụng bộ điều chế xung mã (Pulse code modulation - PCM)	80-96 Kbps	8	Cải thiện từ G.711 để cung cấp băng thông âm thanh từ 50 Hz tới 7 kHz	4.1
G.721	ITU-T	Sử dụng nén / giải nén theo thuật toán điều chế xung mã vi phân phù hợp (Adaptive differential pulse code modulation - ADPCM)	32	8		
G.722	ITU-T	Nén / giải nén 7 kHz mã âm thanh trong 64 kbit/s	64	16		
G.722.1	ITU-T	Nén tại 24 và 32 kbit/s cho hành động rảnh tay trên hệ thống mật gói thấp	24/32	16		

G.722.2 AMR- WB	ITU-T	Nén theo thuật toán đa tốc độ phù hợp băng thông rộng (Adaptive Multi-Rate Wideband Codec - AMR-WB)	23.85/ 23.05/ 19.85/	16		
			18.25/ 15.85/ 14.25/			
			12.65/ 8.85/ 6.6			
G.723	ITU-T	Đây là phần mở rộng của G721, nén theo chuẩn ADPCM tới 24 và 40 kbit/s cho ứng dụng thiết bị nhân của mạch kỹ thuật số	24/40	8		
G.723.1	ITU-T	Chuẩn nén tốc độ kép cho truyền đa phương tiện tại 5.3 và 6.3 kbit/s	5.6/6.3	8		3.8-3.9
G.726	ITU-T	Chuẩn nén tại 40, 32, 24, 16 kbit/s (ADPCM)	16/24/32/40	8	ADPCM; thay thế cho G.721 và G.723.	3.85
G.727	ITU-T	Chuẩn nén tại 5-, 4-, 3- and 2-bit trên cùng thuật toán nhúng ADPCM			ADPCM. Liên quan đến G.726	
G.728	ITU-T	Chuẩn nén tốc độ tại 16 kbit/s sử dụng độ trễ thấp dự đoán tuyến tính	16	8	CELP.	3.61

G.729**	ITU-T	Chuẩn nén tốc độ tại 8 kbit/s sử dụng cấu trúc đại số và mã dự đoán tuyến tính (conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction - CS-ACELP)	8	8	độ trễ thấp (15 ms)	3.92
G.729.1	ITU-T	Chuẩn nén tốc độ tại 8 kbit/s sử dụng cấu trúc đại số và mã dự đoán tuyến tính (conjugate-structure algebraic-code-excited linear-prediction - CS-ACELP)	8/12/14/16/ 18/20/22/24/ 26/28/30/32	8	Cải thiện từ G.711 để cung cấp băng thông âm thanh từ 50 Hz tới 7 kHz	
GSM 06.10	ETSI	Regular Pulse Excitation Long Term Predictor (RPE-LTP)	13	8	Được sử dụng cho điện thoại di động GSM	
LPC10	USA	Chuẩn nén dự đoán tuyến tính	2.4	8		
Speex			8, 16, 32	2.15-24.6 (NB) 4-44.2 (WB)		
iLBC			8	13.3		
DoD CELP	(DoD) USA		4.8			
EVRC	3GPP2	Chuẩn nén tăng cường giá trị trao đổi	9.6/4.8/1.2	8	Ở Mỹ đây là chuẩn CDMA	

DVI	Interactive Multimedia Association (IMA)	Chuẩn nén DVI4 sử dụng thuật toán (ADPCM)	32			
L16		Không nén dữ liệu âm thanh	128			
SILK	Skype		6 ->40			