

**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

LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ THÔNG TIN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. NGUYỄN ĐÌNH VIỆT

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..... | 3 |
| 1.2 Khái niệm QoS..... | 4 |
| 1.3 Yêu cầu QoS đối với dịch vụ thoại..... | 4 |
| 1.3.1 Độ trễ (delay)..... | 4 |
| 1.3.2 Độ biến thiên trễ (jitter)..... | 5 |
| 1.3.3 Tỷ lệ mất gói tin (Packet loss)..... | 6 |
| CHƯƠNG 2.CÁC CƠ CHẾ VÀ MÔ HÌNH ĐẢM BẢO CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ | 8 |
| 2.1 Cơ chế kiểm soát chất lượng dịch vụ | 8 |
| 2.1.1 Cung cấp dung lượng vượt mức yêu cầu. | 8 |
| 2.1.2 Đăng ký dành trước tài nguyên..... | 9 |
| 2.1.2 Ưu tiên hóa dịch vụ và người dùng | 10 |
| 2.2 Cơ chế lập lịch..... | 10 |
| 2.2.1 Hàng đợi FIFO (First In First Out)..... | 10 |
| 2.2.2 Hàng đợi ưu tiên PQ (Priority Queuing)..... | 11 |
| 2.2.3 Hàng đợi công bằng FQ (Fair Queue) | 11 |
| 2.2.4 Hàng đợi quay vòng có trọng số - WRR (Weighted Round Robin)..... | 11 |
| 2.3 Mô hình đảm bảo chất lượng dịch vụ..... | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.1 Mô hình IntServ (Integrated Services) | 12 |
| 2.3.2 Mô hình và kiến trúc DiffServ (Differentiated Services) | 14 |
| 2.3.4 Các phương pháp xử lý gói trong DiffServ | 17 |
| CHƯƠNG 3. GIAO THỨC KẾT NỐI VÀ TRUYỀN TRONG VoIP | 19 |
| 3.1 Giao thức báo hiệu trong VoIP | 19 |
| 3.1.1 Giao thức báo hiệu SIP (Session Initiation Protocol) | 19 |
| 3.1.2 Giao thức báo hiệu H323 | 25 |
| 3.2 Giao thức điều khiển cổng phương tiện MGCP (Media Gateway Controller Protocol) | 28 |
| 3.2.1 Kiến trúc và thành phần của MGCP | 29 |
| 3.2.2 Thiết lập cuộc gọi qua giao thức MGCP | 30 |
| 3.3 Giao thức truyền tải RTP/RCTP | 31 |
| 3.3.1 Vai trò của RTP | 31 |
| 3.3.2 Nguyên lý sử dụng RTP | 32 |
| 3.3.3 Giao thức RTCP | 34 |
| CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM MÔ PHỎNG | 36 |
| 4.1 Hệ mô phỏng | 36 |
| 4.1.1 Giới thiệu | 36 |
| 4.1.2 Kiến trúc của NS2 | 36 |
| 4.1.3 Cấu trúc tệp lưu vết *.tr (trace file) | 38 |
| 4.2 Thực nghiệm mô phỏng mô hình DiffServ | 39 |
| 4.2.1 Mô hình thực nghiệm 1 | 39 |
| 4.2.2 Mô hình thực nghiệm 2 | 44 |
| KẾT LUẬN | 50 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO | 51 |
| PHỤ LỤC | 52 |
| 1 Chuẩn CD (CD-Quality) | 52 |
| 2 Chuẩn điện thoại (Telephone-Quality) | 52 |

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 | 7 |
| Hình 2.1 Mô hình dịch vụ tích hợp | 13 |
| Hình 2.2 Miền phân biệt dịch vụ | 16 |
| Hình 3.1 Chức năng của Proxy, Redirect Server trong mạng SIP | 21 |
| Hình 3.2 Mô hình kết nối trong H323 | 26 |
| Hình 3.3 Vị trí giao thức MGCP trong mối quan hệ MGC và MG | 29 |
| Hình 3.4 Mô hình thiết lập cuộc gọi giữa A và B qua MGCP | 30 |
| Hình 3.5 Phân tiêu đề gói tin RTP | 33 |
| Hình 4.1 Quy trình mô phỏng | 37 |
| Hình 4.2 Chính sách của NS2 | 37 |
| Hình 4.3 Cấu trúc tệp lưu vết | 39 |
| Hình 4.4 Mô hình mạng thực nghiệm 1 | 40 |
| Hình 4.5 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1 | 42 |
| Hình 4.6 Hình mô phỏng cùng độ ưu tiên với phần mềm NAM | 42 |
| Hình 4.7 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1 | 43 |
| Hình 4.8 Hình mô phỏng trường hợp 2 bởi phần mềm NAM | 44 |
| Hình 4.9 Mô hình mạng thực nghiệm 2 | 45 |
| Hình 4.10 Hình mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2 | 46 |
| Hình 4.11 Hình mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2 | 47 |
| Hình 4.12 Hình mô phỏng trường hợp 3, thực nghiệm 2 | 49 |

DANH MỤC CÁC BẢNG

| | |
|---|----|
| Bảng 1.1 Điểm số chất lượng chuẩn nén thoại | 2 |
| Bảng 1.2 Bảng MOS của chuẩn nén G729 | 3 |
| Bảng 2.1 Chi tiết phân lớp chuyển tiếp đảm bảo AF PH..... | 18 |
| Bảng 3.1 Bảng bản tin đáp ứng..... | 22 |
| Bảng 3.2 Bảng các trường trong bản tin mẫu | 25 |
| Bảng 3.3 Bảng các chức năng của Gatekeeper | 27 |
| Bảng 4.1 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 1 | 41 |
| Bảng 4.2 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 1 | 43 |
| Bảng 4.3 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 1, thực nghiệm 2 | 45 |
| Bảng 4.4 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 2, thực nghiệm 2 | 47 |
| Bảng 4.5 Bảng thông số mô phỏng trường hợp 3, thực nghiệm 2 | 48 |

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. Tại mỗi nút mạng, phân chia băng thông, bộ đệm được thực hiện bằng bộ lập lịch. Tại mỗi thời điểm cần chuyển một gói tin đi ra khỏi nút mạng, bộ lập lịch có nhiệm vụ chọn một trong số gói tin để xử lý và chuyển tiếp đi. Chất lượng dịch vụ trên toàn bộ tiến trình phụ thuộc vào chất lượng dịch vụ tại mỗi nút mạng, phụ thuộc vào việc chọn lựa gói tin của bộ lập lịch. Để đảm bảo QoS cần phối hợp nhiều cơ chế trong từng nút 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). Đề tài còn đề cập đến những kiến thức cơ bản về những giao thức được ứng dụng trên nền VoIP. 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

Ngày nay, phương thức trao đổi thông tin, giao tiếp, kinh doanh đang dần dần được thay đổi cùng với những thay đổi của nền công nghiệp viễn thông. Những đường dây điện thoại không chỉ còn mang thông tin thoại mà còn truyền cả số liệu số và truyền thông đa phương tiện. Những thông tin thoại, số liệu, fax, video và các dịch vụ khác đang được cung cấp tới các đầu cuối với yêu cầu về chất lượng dịch vụ từ phía người dùng ngày càng cao. Lưu lượng thông tin số liệu đã vượt xa lưu lượng thông tin thoại và ngày càng tăng không ngừng. Chuyển mạch kênh vốn là đặc trưng của mạng thoại truyền thống và đang dần nhường bước cho chuyển mạch gói vì có nhiều nhược điểm như: sử dụng băng tần không linh hoạt, lãng phí tài nguyên hệ thống, không có cơ chế phát hiện và sửa lỗi, hiệu năng sử dụng không cao.

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

Tổ chức liên minh viễn thông quốc tế ITU (International Telecommunication Union) đưa ra các chuẩn như sau: Chuẩn H.250, H.245, H.225: đây là chuẩn liên quan đến hệ thống nghe nhìn và đa phương tiện; Chuẩn H.261, H.263: đây là chuẩn với mã hóa video; Chuẩn G nói chung phục vụ cho việc truyền tải và xử lý tín hiệu thoại dưới dạng số [10].

Giọng nói con người sử dụng băng thông từ 100Hz đến 10000Hz và thường xuất hiện trong khoảng 100Hz đến 3000Hz. Chất lượng giọng nói của con người cũng bị ảnh hưởng bởi nhiễu, trễ và biến thiên trễ. Biến thiên trễ thường xảy ra khi truyền giọng nói qua mạng dữ liệu.

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]:

Không đạt (1.0): Giọng nói biến dạng, nghe rất khó chịu, cần bị loại bỏ.

Gần đạt (2.0): Giọng nói bị méo tiếng, hơi khó chịu, không loại bỏ.

Đạt (3.0): Giọng nói có chút biến dạng, hơi khó chịu.

Tốt (4.0): Giọng nói nghe được, hơi méo tiếng, không gây khó chịu.

Rất tốt (5.0): Không thấy sự biến dạng của giọng nói, nghe rõ ràng.

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 |

Mặt khác, khi đo điểm số chất lượng của một loại chuẩn nén thoại nhưng ở trong những điều kiện khác nhau thì điểm số cũng khác nhau. Điều này được thể hiện rõ ràng trong bảng 1.2.

Bảng 1.2 Bảng MOS của chuẩn nén G729

| Điều kiện | MOS G.729 |
|-----------------------|--------------|
| Tốc độ đọc trung bình | 3.92 |
| Tốc độ đọc chậm | 3.54 |
| Hai giọng cùng lúc | 3.46 |
| Ba giọng cùng lúc | 2.68 |
| Tỷ lệ lỗi 5% bit | 3.24 |
| Tỷ lệ lỗi 5% khung | 3.02 |

ITU cũng đưa ra một số tiêu chuẩn chất lượng âm thanh của một vài chuẩn như sau [11]:

- G.111: Đây là chuẩn có độ ồn lớn trong một kết nối quốc tế. Điều này thể hiện nếu muốn truyền tải thoại trên mạng kết nối quốc tế thì không nên dùng chuẩn G.111 do chất lượng không tốt.
- G.113: Chuẩn này tập trung xử lý giọng nói nên tốc độ truyền tải yếu dẫn tới độ trễ lớn, chất lượng thoại sẽ bị kém.
- G.114: Đây là chuẩn yêu cầu độ trễ từ đầu tới cuối.
- G.131: Với chuẩn này, nếu độ trễ một chiều không quá 25ms thì việc hủy tiếng ồn phải được thực hiện. Nếu không thực hiện thì chất lượng thoại sẽ bị kém

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

Công nghệ VoIP ra đời đã làm thay đổi cách thức trao đổi thông tin một cách trực tiếp một cách nhanh hơn, rẻ hơn. Thay vì sử dụng một kênh cố định để truyền tín hiệu thoại. Công nghệ VoIP đóng gói các tín hiệu thoại và truyền qua mạng IP, đồng thời sẽ được chia sẻ tài nguyên với các cuộc gọi khác.

Năm 1995 hãng Vocaltec đã truyền thoại qua Internet, lúc đó kết nối chỉ gồm một máy tính cá nhân với các trang thiết bị thông thường như card âm thanh, tai nghe, microphone, phần mềm nén tín hiệu và đóng gói truyền qua môi trường Internet. Mặc dù chất lượng chưa cao nhưng chi phí thấp đã trở thành yếu tố để cạnh tranh và giúp cách thức truyền thoại qua Internet tồn tại.

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.

Từ phía nhà cung cấp dịch vụ mạng thì QoS liên quan tới khả năng cung cấp chất lượng dịch vụ cho người dùng. Với mạng chuyển mạch gói cần có khả năng phân biệt các lớp lưu lượng và thực hiện cơ chế xử lý đối với các lớp lưu lượng khác nhau bằng cách đảm bảo việc cung cấp tài nguyên.

Từ phía người dùng thì QoS liên quan đến việc kiểm tra các thông số mạng như độ trễ, biến thiên trễ, tỷ lệ mất gói và tần suất tắc nghẽn. Kết quả của các thông số trên phụ thuộc vào kỹ thuật thực thi QoS khác nhau trên 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.

Yêu cầu về độ trễ trong đảm bảo chất lượng cho thoại trên mạng:

Trong cuộc gọi thoại, người gọi thường nhận thấy giọng nói với độ trễ khoảng 250ms hoặc lớn hơn. *ITU-T G.114 khuyến cáo: nếu giữ độ trễ dưới 150ms thì hầu hết những ứng dụng mang giọng nói hay không thì đều được trải nghiệm một cách trong suốt* [14].

Hầu hết các nhà mạng có cam kết chất lượng dịch vụ (SLA – Service-Level Agreement) về độ trễ tối đa để đảm bảo truyền tải giọng nói được trong suốt như sau (*thông tin được cập nhật tháng 09/2016*):

- Công ty hạ tầng mạng Internap cam kết độ trễ tối đa là 45ms [7].
- Công ty mạng CenturyLink IQ (trước đây là Qwest IQ) cam kết độ trễ tối đa là 50ms [5].
- Công ty mạng toàn cầu NTT America cam kết độ trễ tối đa 50ms cho mạng Bắc Mỹ, 90ms cho mạng xuyên Đại Tây Dương, 130ms cho mạng xuyên Thái Bình Dương [8].

Toàn bộ đơn vị cam kết SLA cho truyền đa phương tiện đều thuộc nhà cung cấp đường trục. Tổng độ trễ cho một cuộc gọi thoại trên mạng (VoIP – Voice over Internet Protocol) bao gồm độ trễ tại nhà cung cấp dịch vụ VoIP và độ trễ của nhà cung cấp mạng cho người sử dụng.

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.

Ví dụ: Cứ 10ms phát đi một gói tin, nếu đường truyền là lý tưởng thì bên thu sẽ nhận được gói sau trễ hơn gói trước 10ms. Vì một lý do bất kỳ, gói tin đi vào hàng đợi của router hay đi theo một đường khác làm cho thời gian đến của gói sau lớn hoặc nhỏ hơn 10ms. Gói 1 được nhận ở thời điểm $t_0=50$ và gói 2 được nhận ở thời điểm $t_1=65$ như vậy $\text{delay}=15\text{ms}$ và $\text{jitter}=5\text{ms}$. Gói 3 được nhận ở thời điểm $t_3=70$ như vậy $\text{delay}=5\text{ms}$ và $\text{jitter}=-5\text{ms}$.

Đối với các ứng dụng như VoIP điều người ta mong muốn là giá trị lý tưởng $\text{jitter}=0\text{ms}$, không mong muốn giá trị dương. Để làm được điều này, jitter có thể được hạn chế bằng cách thực hiện kết hợp ba kỹ thuật: đánh số thứ tự gói tin (sequence number), gán nhãn thời gian (timestamp), làm trễ bên nhận (play-out delay). Bên gửi đặt một sequence number vào mỗi gói tin, đồng thời tăng giá trị này khi gói tin mới được tạo, nhờ đó bên nhận có thể dùng sequence number để khôi phục thứ tự đúng của gói tin nhận được.

Timestamp cũng tương tự như sequence number, mỗi gói tin đều được gán timestamp. Bên nhận cần nhận đầy đủ các gói tin và sắp xếp theo đúng thứ tự. Play-out delay đóng vai trò kéo dài thời gian để cho bên nhận nhận đủ gói tin. Giá trị này có thể cố định hoặc thay đổi theo từng trường hợp sử dụng.

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.

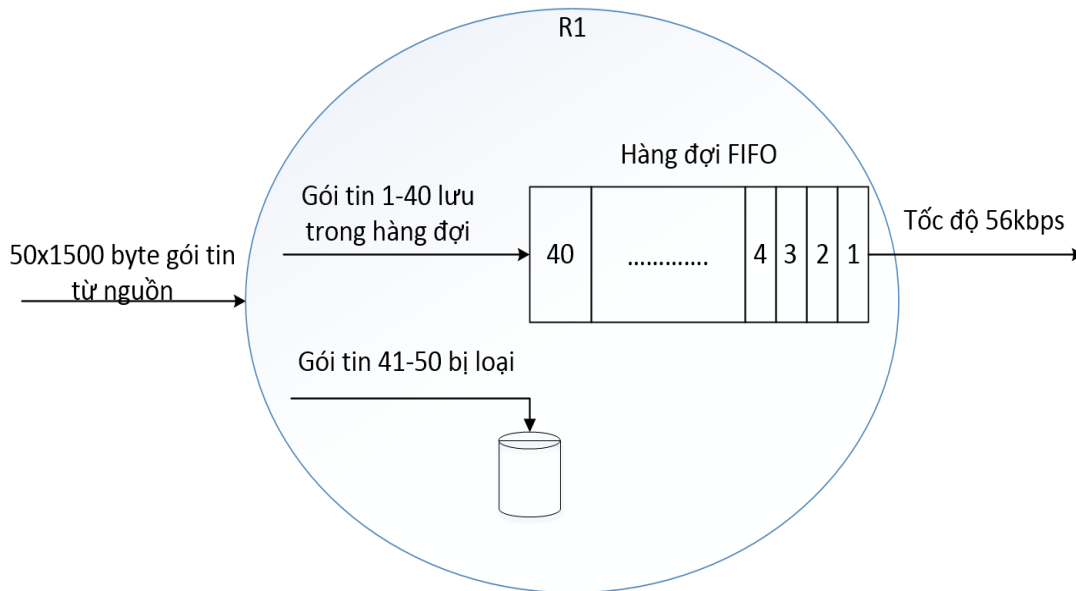
Những nhà cung cấp thiết bị và dịch vụ mạng thường không có thông tin hay tính toán một cách chính xác để đo được độ biến thiên trễ mà họ đưa ra. Hầu hết những thiết bị đầu cuối VoIP (như IP phone, hay ATA) đều có bộ đệm jitter để làm giảm độ biến thiên trễ của mạng. *Tuy nhiên bộ đệm jitter làm tăng thêm độ trễ từ đầu tới cuối và thường chỉ hiệu quả khi giá trị độ trễ ít hơn 100ms* [11].

Một số nhà cung cấp đường trục (backbone) cũng đưa ra mức biến thiên trễ chấp nhận được. Đó cũng là tiêu chí đảm bảo chất lượng của họ. Thí dụ:

- Công ty hạ tầng mạng Internap cam kết độ biến thiên trễ tối đa là 0.5ms [7].
- Công ty mạng CenturyLink IQ (trước đây là Qwest IQ) cam kết độ biến thiên trễ là 2ms [5].
- Công ty mạng toàn cầu NTT America cam kết độ biến thiên trễ không vượt quá 10ms [8].

1.3.3 Tỷ lệ mất gói tin (Packet loss)

Khi các gói tin được truyền từ nguồn tới đích. Trong điều kiện lý tưởng thì số gói tin được gửi đi đều đến đích, khi đó nói tỷ lệ truyền thành công các gói tin là một. Vậy, 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.

Ví dụ: *Cisco yêu cầu tỷ lệ mất gói phải ít hơn 1% đối với chuẩn codec G729 để đảm bảo cuộc gọi không bị nhiễu và nghe được. Lý tưởng nhất là không có gói tin nào bị mất [11].*

Ngoài ra một vài đơn vị cung cấp mạng điện hình cũng cam kết tỷ lệ mất gói cụ thể như sau:

- Công ty hạ tầng mạng Internap cam kết tỷ lệ mất gói dưới 0.3% [7].
- Công ty mạng CenturyLink IQ (trước đây là Qwest IQ) cam kết tỷ lệ mất gói không quá 0.5%, thực tế là 0.03% [5].
- Công ty mạng toàn cầu NTT America cam kết tỷ lệ mất gói không lớn hơn 0.1% [8].

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. Số lượng đơn vị cung cấp đường trục ngày càng nhiều, vượt quá nhu cầu hiện tại. Công nghệ ghép kênh theo bước sóng mật độ cao (Dense-Wave Division Multiplexing – DWDM) được ra đời đảm bảo tăng tốc độ và băng thông truyền. DWDM là một kỹ thuật sắp xếp dữ liệu vào cùng nhau từ nhiều nguồn khác nhau trên một cáp sợi quang với mỗi tín hiệu được truyền cùng tại một thời điểm trên bước sóng ánh sáng riêng biệt.
- 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. Đặc tính của các lớp dịch vụ này là có thể định lượng chính xác, đảm bảo hỗ trợ QoS. ATM đưa ra khái niệm mới như chuyển mạch nhanh sử dụng gói tin có chiều dài cố định (gọi là cell), mạch ảo (Virtual Circuit), đường dẫn ảo (Virtual Path). Thiết bị đầu cuối phải thông báo các nhu cầu của mình cho mạng thông qua phiên báo hiệu kết nối. Khi kết nối được chấp nhận, tất cả cell của một cuộc gọi sẽ được truyền trên cùng một đường dẫn. 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 Service): 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. Nếu có bất kỳ gói dữ liệu nào không đến đích thì TCP yêu cầu truyền lại gói tin bị mất, cho đến khi truyền thành công. Cơ chế truyền tin cậy đó đảm bảo an toàn cho việc truyền các gói tin nhưng có thể gây ra độ trễ và biến động trễ lớn. Chính vì thế TCP không được dùng trong các ứng dụng thời gian thực, thay vào đó là việc sử dụng giao thức UDP (User Datagram Protocol). 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 Differentiated 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. Các router trong mạng lõi sẽ chuyển luồng dữ liệu đến đích mà không cần kiểm tra chi tiết header của từng gói. Điều này giúp cho gói tin đến đích nhanh nhất có thể.
- 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. Khi gói tin đi qua từng router mạng, nó sẽ thay đổi nhãn của gói tin. Việc trao đổi nhãn tạo ra dấu vết đăng ký. Khi gói đã được thiết lập nhãn tương ứng với một đường dẫn nhất định, các điểm trung gian trên đường dẫn đó sẽ không cần đưa ra quyết định chuyển tiếp (định tuyến) nữa mà chuyển gói tin đi đúng đường ghi trong nhãn. Điều này giúp tăng tốc đường truyền lên khá lớn.

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%. Với mỗi lớp, các luồng lưu lượng riêng được lập lịch theo nguyên tắc hàng đợi công bằng FQ. Hàng đợi quay vòng theo trọng số gồm hai lớp lập lịch quay vòng. Lớp thứ nhất là bộ lập lịch chỉ các lớp từ 1 đến m, lớp thứ hai sẽ quay vòng khi lớp thứ nhất dừng lại tại một lớp.

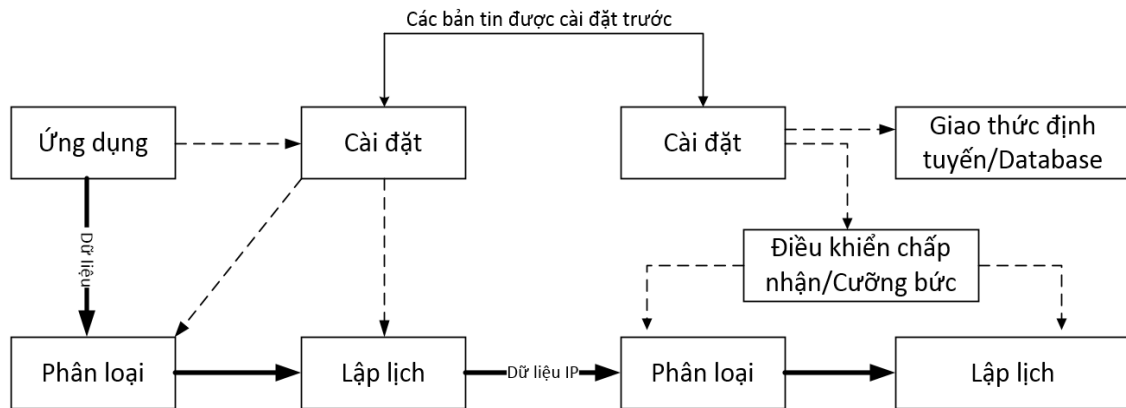
Mặc dù WRR đã khắc phục được nhược điểm của hàng đợi công bằng FQ nhưng chưa giải quyết được ảnh hưởng của kích cỡ gói tin với băng thông chia sẻ. Tiếp cận hàng đợi công bằng có trọng số WFQ cũng nhằm cải thiện sự ảnh hưởng của kích cỡ gói tin.

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.



Hình 2.1 Mô hình dịch vụ tích hợp

Mô hình tích hợp dịch vụ IntServ mô tả ứng dụng QoS trong mạng IP theo phương pháp nhận dạng luồng lưu lượng với năm tham số cơ bản sau:

- Địa chỉ IP nguồn,
- Cổng nguồn
- Địa chỉ IP đích
- Cổng đích
- Giao thức truyền.

Để dự trữ tài nguyên cho một luồng lưu lượng, ứng dụng luồng cần phải cung cấp các đặc tính luồng. Đặc tính luồng gồm các đặc tính lưu lượng và yêu cầu chất lượng dịch vụ cho luồng đó.

Đặc tính lưu lượng bao gồm tốc độ đỉnh, tốc độ trung bình, kích thước lưu lượng bùng nổ và một số tham số khác. Yêu cầu chất lượng dịch vụ bao gồm băng thông tối thiểu, độ lớn lưu lượng bùng nổ cho phép truyền được và các yêu cầu hiệu năng như trễ, biến thiên trễ và tỷ lệ mất gói.

Mạng theo mô hình IntServ cung cấp cho dịch vụ truyền sự đảm bảo nghiêm ngặt về độ trễ giữa các đầu cuối và bảo đảm băng thông phù hợp với các thông số đặc biệt. Để làm được điều này, IntServ thực hiện cơ chế dành trước tài nguyên. Ứng dụng phải đặc tính hóa luồng lưu lượng và tổng hợp trong chỉ tiêu luồng lưu lượng. Sau đó, ứng dụng gửi yêu cầu thiết lập dự trữ tài nguyên đến mạng và các nút mạng dọc theo tuyến đường từ nút mạng có ứng dụng gửi đến nút mạng có ứng dụng nhận phải đưa vào bảng dự phòng tài nguyên nếu mạng có cam kết dự phòng. Tài nguyên dành trước cần phải qua tất cả các nút trên đường đi và thiết lập các dự phòng. Mỗi nút cần quyết định có chấp nhận việc dành trước hay không, nhận dạng luồng ra sao và lập

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.

Việc định tuyến đường đi của gói tin có thể sẽ phức tạp nếu một số ứng dụng yêu cầu nhiều tham số QoS (băng thông, tỷ lệ mất gói). Việc tìm kiếm đường đi phù hợp trong nhiều điều kiện khác nhau là rất phức tạp. Vì thế mô hình đảm bảo chất lượng IntServ không yêu cầu gắn với các cơ chế định tuyến.

- Điều kiện chấp nhận: Việc dành trước tài nguyên cho yêu cầu mới sẽ bị từ chối nếu nút không có sẵn tài nguyên. Có hai hướng tiếp cận để quyết định có dành trước tài nguyên hay không là: dựa trên đo đạc và dựa trên tham số. Hướng tiếp cận dựa theo tham số, điều khiển chấp nhận sẽ tính toán các tài nguyên có thể sử dụng dựa trên yêu cầu dành trước tài nguyên hiện tại. Hướng tiếp cận theo đo đạc, điều khiển chấp nhận đo lưu lượng thực tế trên mạng và sử dụng phương pháp thống kê xem tài nguyên còn khả dụng hay không. 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. Các trường bao gồm: địa chỉ nguồn, địa chỉ đích, giao thức, cổng nguồn, cổng đích.
- 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. Điều đó làm gói tin bị trễ và bộ định tuyến không trực tiếp loại bỏ gói tin.

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).

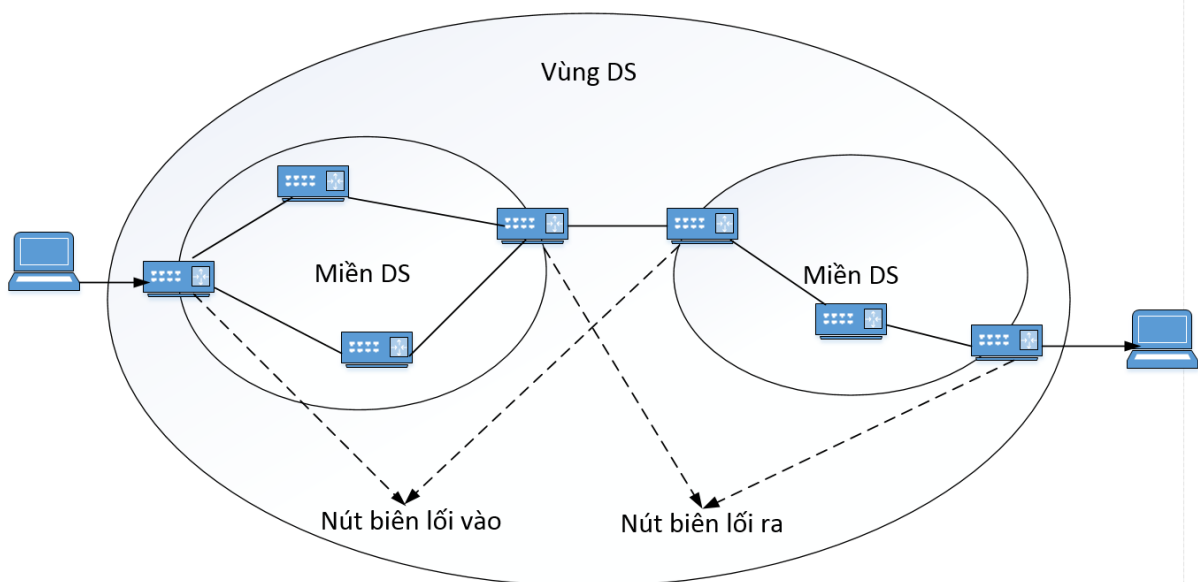
Thành phần mạng biên: Nhiệm vụ chính là phân loại gói tin và điều khiển lưu lượng truyền. Tại vị trí biên được đánh dấu, cụ thể là trường DS trong tiêu đề gói tin được thiết lập một giá trị nào đó gọi là CP.

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.

Một số thuật ngữ được sử dụng trong mô hình DiffServ như sau:

- Domain (Miền): là mạng có chung sự điều khiển.
- Region (Vùng): là nhóm các miền DiffServ liền kề.
- Ingress node (Node vào): là điểm đầu tiên gói tin đi vào miền DiffServ.
- Egress node (Node ra): là điểm cuối cùng gói tin ra khỏi miền DiffServ.
- DiffServ field (Trường DS): byte khởi đầu IPv4 hoặc byte lưu lượng IPv6 và được đổi tên là DS bởi DiffServ. Là trường nơi các dịch vụ được gửi kèm.
- Classifier (Bộ phân lớp): Quá trình sắp xếp các gói dựa vào thông tin header của gói.
- Differentiated Service Code Point _DSCP (Mã dịch vụ phân biệt): đây là giá trị đặc biệt được xác định cho trường DiffServ.
- BA Classifier (Phân lớp BA): Phân lớp dựa trên mã DSCP.
- Multifield Classifier (Phân lớp đa môi trường): là sự phân lớp của gói dựa trên thông tin các trường: địa chỉ nguồn, địa chỉ đích, byte ToS, giao thức ID, cổng nguồn, cổng đích.

- Behavior Aggregate-BA (Tập hợp hành vi): là tập các gói tin có cùng mã dịch vụ phân biệt DSCP.
- Service level Agreement SLA (Thỏa thuận mức dịch vụ): là dịch vụ liên hệ giữa khách hàng và nhà cung cấp dịch vụ đạt mức cho phép mà nhà cung cấp dịch vụ có thể đạt được, phục vụ nhu cầu của khách hàng.
- Per-Hop Behavior_PHB (Hành vi từng chặng): tại mỗi node, các gói BA sẽ được chuyển tiếp hay phục vụ.
- Marking (Đánh dấu): là quá trình thiết lập các trường DS của gói.
- Policies (Chính sách): là quy định trong quá trình xử lý lưu lượng.
- Shaping (Định dạng): tạo bộ đệm cho luồng lưu lượng được định nghĩa.
- Queuing (Hàng đợi): điều khiển chiều dài gói hàng đợi bằng cách loại bỏ các gói phù hợp.



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. Tuy nhiên, để cho phép các dịch vụ nối ngang qua miền, các miền phải ngang hàng nhau. Một vài miền trong một vùng DS có thể kế thừa một chính sách cung cấp dịch vụ

chung và hỗ trợ tập hợp chung các nhóm PHB và sắp xếp điểm mã phân biệt dịch vụ DSCP, vì vậy có thể loại bỏ quy định lưu lượng giữa các miền DS.

DiffServ sử dụng trường dịch vụ ToS và trường phân lớp lưu lượng TC (Traffic Class) để đánh dấu gói. Đối với các bộ định tuyến hoạt động trong miền DS, các trường chức năng này được thay bằng trường chức năng dịch vụ phân biệt DS. Trong 8 bit của trường DS, 6 bit được sử dụng cho điểm mã dịch vụ phân biệt DSCP và 2 bit dự phòng.

2.3.4 Các phương pháp xử lý gói trong DiffServ

Các biện pháp chuyển tiếp gói được định nghĩa theo quy tắc ứng xử tại từng chặng PHB, các kỹ thuật đảm bảo QoS như AQM và lập lịch gói được trình bày ở trên. Một PHB có thể không phụ thuộc vào nguyên tắc chung mà có thể được phát triển trên kỹ thuật riêng của nhà cung cấp thiết bị.

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). Bộ định tuyến EF đảm bảo lưu lượng EF được đưa đến những bộ nhớ đệm nhỏ, tốc độ đầu ra của bộ định tuyến này phải bằng hoặc cao hơn đầu vào. Khi hiện tượng quá tải xảy ra, nút biên miền DS không cho phép lưu lượng này đi vào trong miền vì nó sẽ gây ra tắc nghẽn tại các bộ định tuyến trong miền DS.
- 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.

PHB được chọn tại một nút nhờ sắp xếp nhãn DS trong gói nhận được. Một bảng sắp xếp nhãn cho PHB có thể bao gồm sự sắp xếp 1->1 và N->1.

Việc thực thi, định cấu hình, vận hành và quản lý các nhóm PHB được hỗ trợ trong các nút của miền DS nên được phân chia một cách hiệu quả tài nguyên và liên kết nội vùng giữa các tập ứng xử, phù hợp với chính sách cung cấp dịch vụ của miền.

Trong một miền DS, tất cả các gói tin IP đi qua cùng một tuyến yêu cầu cùng một hành vi xử lý phân biệt dịch vụ gọi là BA. Tại node đầu vào của miền DiffServ, các gói tin được phân loại và đánh dấu điểm mã dịch vụ CP (Code Point) tương ứng với BA của chúng. Tại mỗi node chuyển tiếp, CP được sử dụng để lựa chọn cho PHB quyết định hàng đợi và lập lịch, hay còn gọi là xác suất hủy bỏ gói tin.

CHƯƠNG 3. GIAO THỨC KẾT NỐI VÀ TRUYỀN TRONG VoIP

VoIP (Voice over Internet Protocol) là thuật ngữ dùng để chỉ cách thức âm thanh được truyền bởi các mạng chuyển mạch gói như mạng Internet. VoIP cho phép thực hiện các cuộc gọi từ máy tính qua mạng dữ liệu Internet đến các thiết bị di động. Dữ liệu được chuyển đổi từ dạng tương tự (analog) sang tín hiệu số (digital) trước khi truyền qua mạng và chuyển đổi ngược lại ở bên nhận. Những thành phần nào sẽ đóng góp cho quá trình truyền tải này. Ở trong chương 3 sẽ mô tả rõ các giao thức báo hiệu và truyền tải giúp cho dữ liệu đa phương tiện có thể truyền thời gian thực qua mạng Internet.

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.

Ngoài ra sự linh hoạt của bản tin SIP cũng cho phép đáp ứng các dịch vụ thoại tiên tiến bao gồm cả các dịch vụ di động.

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, Registrar Server, Location Server.

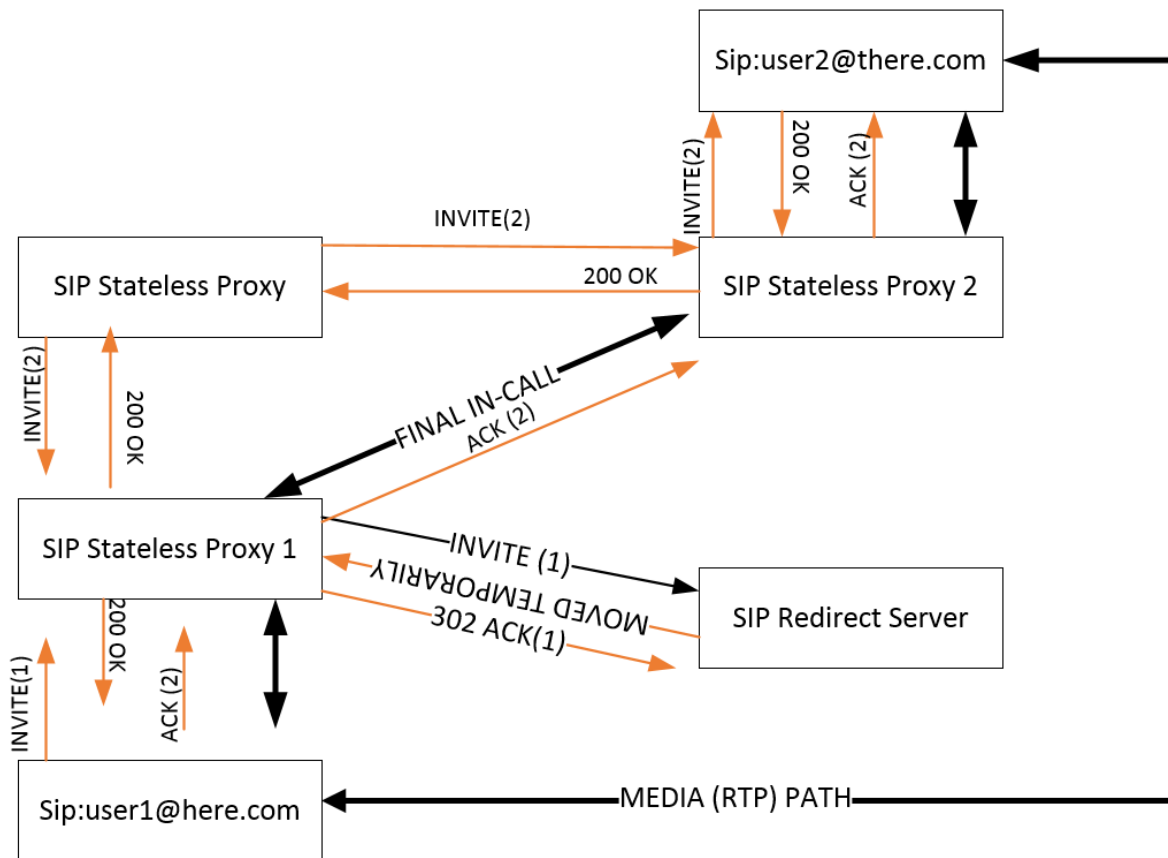
Proxy Server: có nhiệm vụ chuyển tiếp các yêu cầu của SIP tới thực thể trong mạng. Hay nói cách khác, nó định tuyến cho gói tin đi từ nguồn tới đích. Proxy cũng cung cấp chức năng xác thực, nó có thể lưu hoặc không lưu trạng thái của bản tin trước. Thường là có lưu trạng thái và duy trì trong suốt transaction (khoảng 32 giây).

Redirect Server: trả về bản tin lớp 300 thông báo thiết bị chuyển hướng bản tin tới địa chỉ khác, tự liên lạc thông qua địa chỉ trả về.

Registrar Server: nhận bản tin SIP REGISTER và cập nhật thông tin vào cơ sở dữ liệu nội bộ nằm trong Location Server.

Location Server: lưu thông tin trạng thái của người dùng trong mạng SIP.

Ví dụ sau đây sẽ mô tả rõ về các chức năng của máy chủ SIP kể trên. Giả sử có thuê bao tên user1 trong miền dịch vụ here.com muốn gọi thoại tới thuê bao có tên user2 thuộc miền dịch vụ there.com.



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

- Khi user1 gọi tới user2, đầu tiên nó gửi bản tin INVITE1 đến Proxy Server 1, sau đó được chuyển tới Redirect Server
- Redirect Server xử lý và trả về mã 3xx thông báo cho Proxy Server tự thực hiện kết nối.
- Proxy Server 1 gửi bản tin INVITE 2 tới đích trả về bởi Redirect Server (Stateless Proxy Server 1). Vì đây là Stateful Proxy nên thực chất bản tin INVITE gửi bởi Statefull Proxy khác với bản tin nhận được từ user1 ban đầu.
- Stateless Proxy Server chuyển tiếp bản tin INVITE tới SIP Statefull Proxy 2.
- SIP Statefull Proxy 2 chuyển tiếp bản tin INVITE tới user2.
- Khi user2 nhắc máy nghe thì nó gửi bản tin 200 OK theo hướng ngược lại.
- Sau khi nhận được bản tin 200 OK, user1 sẽ gửi xác nhận ACK tới user2.

- Luồng RTP trực tiếp giữa hai thuê bao được thiết lập. Cuộc gọi được thực hiện.

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.

Bản tin đáp ứng được gửi từ máy chủ tới máy khách để báo trạng thái của yêu cầu SIP trước đó. Nó được đánh số dạng 1xx, 2xx, 3xx, 4xx, 5xx, 6xx và chia thành các lớp ý nghĩa khác nhau theo bảng 3.1 như sau [13]:

Bảng 3.1 Bảng bản tin đáp ứng

| Các lớp đáp ứng | Mã trả về | Mô tả |
|-----------------|-----------|--------------------------------|
| Thông tin | 100 | Đang thực hiện kết nối |
| | 180 | Đang đổ chuông |
| | 181 | Cuộc gọi đang được chuyển tiếp |
| | 182 | Được đặt vào hàng đợi |
| | 183 | Phiên đang được xử lý |
| Thành công | 200 | Thành công |
| Chuyển hướng | 300 | Nhiều lựa chọn |
| | 301 | Chuyển vĩnh viễn |
| | 302 | Chuyển tạm thời |
| | 305 | Sử dụng proxy |
| | 380 | Dịch vụ khác |
| Lỗi máy khách | 400 | Yêu cầu không hợp lệ |
| | 401 | Không nhận dạng được |

| | | |
|--------------|-----|--|
| | 402 | Yêu cầu hoàn thành |
| | 403 | Bị cấm |
| | 404 | Không tìm thấy |
| | 405 | Phương thức không được phép |
| | 406 | Không chấp nhận |
| | 407 | Yêu cầu xác thực Proxy |
| | 408 | Yêu cầu hết hiệu lực |
| | 410 | Đã dời đi |
| | 413 | Yêu cầu quá dài |
| | 414 | URL được yêu cầu quá lớn |
| | 415 | Không hỗ trợ kiểu media |
| | 416 | Không hỗ trợ URI |
| | 420 | Phần mở rộng lỗi |
| | 421 | Yêu cầu phần mở rộng |
| | 423 | Khoảng thời gian giữa hai sự kiện quá ngắn |
| | 480 | Tạm thời chưa sẵn sàng |
| | 481 | Transaction không tồn tại |
| | 482 | Phát hiện thấy "loop" |
| | 483 | Quá nhiều "hop" |
| | 484 | Địa chỉ không đủ |
| | 485 | Mật mã không rõ ràng |
| | 486 | Đang bận |
| | 487 | Yêu cầu bị hủy |
| | 488 | Không thể chấp nhận tại đây |
| | 491 | Yêu cầu chưa được giải quyết |
| | 493 | Không giải mã được |
| Lỗi máy chủ | 500 | Lỗi tại trong máy chủ |
| | 501 | Chưa được thực hiện đầy đủ |
| | 502 | Gateway lỗi |
| | 503 | Dịch vụ không tồn tại |
| | 504 | Máy chủ hết hạn |
| | 505 | Phiên bản SIP không được hỗ trợ |
| | 513 | Bản tin quá lớn |
| Lỗi toàn cục | 600 | Bận toàn cục |
| | 603 | Suy sụp |

| | |
|-----|---------------------|
| 604 | Không tồn tại |
| 606 | Không thể chấp nhận |

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)

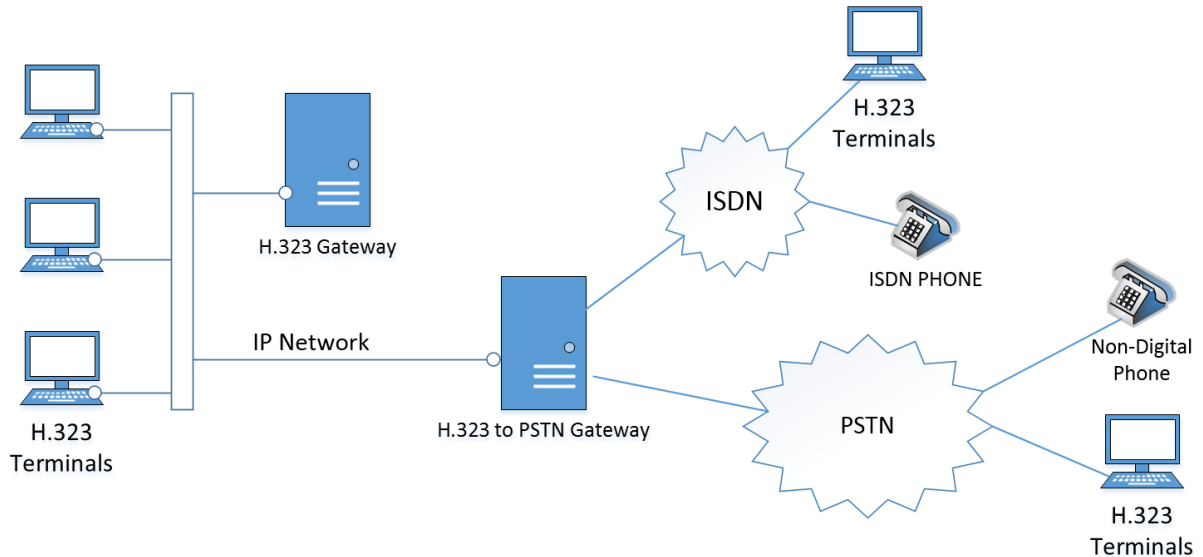
Ý nghĩa các trường trong bản tin mẫu chi tiết trong bảng 3.2 như sau:

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.

Thiết bị đầu cuối H323 phải hỗ trợ các giao thức sau:

- ✓ H245 cho việc chuyển đổi dung lượng của đầu cuối và cho việc tạo lập một kênh truyền thông.
- ✓ H225 cho việc báo hiệu và thiết lập cuộc gọi
- ✓ RAS cho việc khai báo và các điều khiển cho phép khác với một Gatekeeper.
- ✓ RTP/RTCP cho việc sắp xếp thành dãy các gói tin thoại vào hình ảnh.
- *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. Chức năng của

H323 tương tự như “bộ dịch”, khả năng kết nối các mạng khác nhau này được thực hiện bởi phiên dịch giao thức cho việc thiết lập và giải phóng cuộc gọi, chuyển đổi các định dạng truyền thông giữa các mạng khác nhau.

- *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. Chi tiết các chức năng được thể hiện trong bảng 3.3 như sau:

Bảng 3.3 Bảng các chức năng của Gatekeeper

| Chức năng | Định nghĩa |
|--|---|
| Biên dịch địa chỉ (Address Translation) | Người gọi thường không biết địa chỉ IP tại đầu cuối của người nghe mà chỉ biết định danh của người đó. Để thiết lập cuộc gọi Gatekeeper phải dịch bí danh này sang địa chỉ IP. |
| Điều khiển quyền truy nhập (Admission Control) | Với tài nguyên mạng cụ thể, người quản trị mạng đặt ra một ngưỡng chỉ số hội thoại cùng lúc trên mạng. Gatekeeper có nhiệm vụ từ chối kết nối khi đạt tới ngưỡng |
| Điều khiển băng thông (Bandwidth Control) | Giám sát và điều khiển việc sử dụng băng thông mạng. Gatekeeper phải đảm bảo lưu lượng thông tin truyền thông không quá tải do quản trị mạng thiết lập. |
| Báo hiệu điều khiển cuộc gọi (Call Control Signaling) | Gatekeeper cấp địa chỉ đích cho người gọi theo hai chế độ: trực tiếp và chọn đường. Chế độ trực tiếp: sau khi cung cấp địa chỉ đích thì Gatekeeper ngừng tham gia hoạt động bắt tay giữa các bên. Chế độ chọn đường: địa chỉ đích là địa chỉ của |

| | |
|--|---|
| | Gatekeeper nên nó làm trung gian chuyển tiếp thông tin trong quá trình bắt tay giữa các bên. |
| Quản lý băng thông (Bandwidth Management) | Gatekeeper giới hạn số cuộc gọi cùng lúc trong miền của nó trong phiên. |
| Dịch vụ quản lý cuộc gọi (Call Management Service) | Gatekeeper lưu trữ một danh sách các cuộc gọi hiện thời để cấp thông tin cho việc quản lý băng thông và xác định đầu cuối nào đang bận. |
| Dịch vụ chỉ dẫn (Directory Service) | Cơ sở dữ liệu của Gatekeeper chứa thông tin về người sử dụng để phục vụ quá trình tìm kiếm người dùng |

- *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. MCU bao gồm hai thành phần: Bộ điều khiển đa điểm (MC) có nhiệm vụ thiết lập và quản lý hội thoại nhiều bên qua H245. MC có thể được đặt trong Gatekeeper, Gateway, đầu cuối hoặc MCU. Bộ xử lý đa điểm (MP) đóng vai trò trộn tín hiệu, phân kênh và lưu chuyển thông tin trong quá trình giao tiếp giữa các bên tham gia hội thoại. Đối với MCU tập trung thì có đầy đủ MC và MP. Đối với MCU phân quyền thì chỉ còn chức năng của MC. Sự khác biệt là ở chỗ trong hội thoại phân quyền các bên trao đổi trực tiếp với nhau mà không cần thông qua MCU. Ngoài ra, có thể kết hợp giữa hai loại này tạo thành MCU lai ghép.

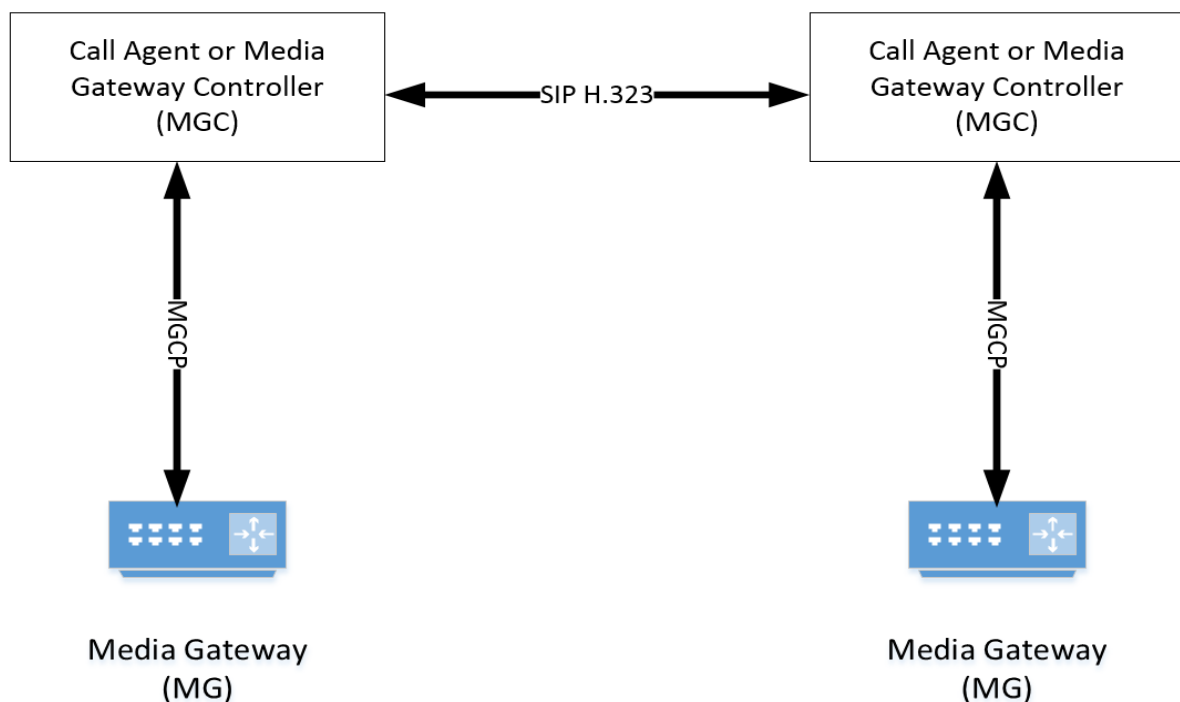
3.2 Giao thức điều khiển cổng phương tiện MGCP (Media Gateway Controller Protocol)

MGCP là giao thức ở mức ứng dụng dùng để điều khiển các gateway thoại từ các thiết bị điều khiển cuộc gọi, được gọi là MGC (Media Gateway Controller) hoặc CA (Call Agent). MGCP là sự bổ sung của cả hai giao thức SIP và H.323, được thiết kế đặc biệt như một giao thức bên trong giữa các MG và các MGC cho việc tách hoá kiến trúc GW. Trong đó, MGC xử lý cuộc

gọi bằng việc giao tiếp với mạng IP qua truyền thông với một thiết bị báo hiệu địa chỉ giống như H.323 GK hoặc SIP Server và với mạng chuyển mạch kênh qua một GW báo hiệu tùy chọn. MGC thực hiện đầy đủ chức năng của lớp báo hiệu trong H.323 và như một H.323 GK. MG có nhiệm vụ chuyển đổi giữa dạng tín hiệu analog từ các mạch điện thoại, với các gói tin trong mạng chuyển mạch gói. MGCP hoàn toàn tương thích với VoIP GW. Nó cung cấp một giải pháp mở cho truyền thông qua mạng và sẽ cùng tồn tại với H.323 và SIP.

3.2.1 Kiến trúc và thành phần của MGCP

Giao thức điều khiển công 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, chuông 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:

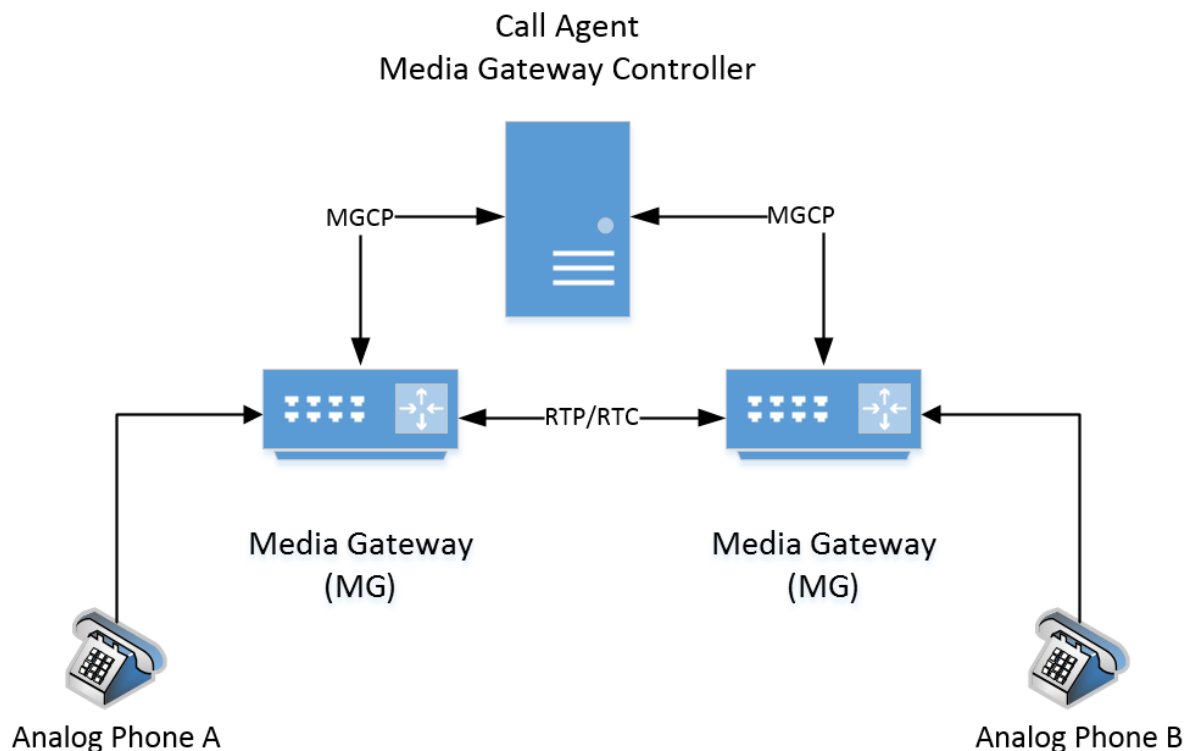


Hình 3.3 Vị trí giao thức MGCP trong mối quan hệ MGC và MG

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 cũng 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

Giao thức RTP cung cấp các chức năng giao vận phù hợp với những ứng dụng thời gian thực như thoại và hội nghị truyền hình tương tác. Các ứng dụng này thường mang các định dạng âm thanh (PCM, GSM và MP3) và định dạng của video (MPEG, H.263)

Dịch vụ RTP gồm các trường chính như sau:

- Định nghĩa tải trọng.
- Đánh số thứ tự gói.
- Đánh dấu chỉ mục thời gian.

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.

RTP không có mối liên hệ gì với thành phần của mạng cơ bản, ngoại trừ nó cung cấp khung sẵn chạy phía trên giao thức UDP để sử dụng dịch vụ ghép kênh và **checksum**. Điều này giúp cho RTP tương thích với các giao thức truyền tải khác như: ATM và IPv6.

RTP là giao thức chưa được hoàn thiện. Nó cho phép sửa đổi theo định dạng mới với những ứng dụng mới. Nó hoàn toàn mở với các định dạng tải trọng cũng như phần mềm đa phương tiện.

RTP chỉ cung cấp chức năng truyền tải dữ liệu thời gian thực. Còn việc đồng bộ và ghép dữ liệu sẽ phải thực hiện ở lớp cao hơn đó là lớp ứng dụng.

Đi song song với RTP là giao thức RTCP (Realtime Transport Control Protocol) giám sát và thu thập thông tin về những thành phần tham gia vào phiên truyền RTP đang truyền dữ liệu.

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. Thông qua các cơ chế này, RTP cung cấp truyền tải dữ liệu đầu cuối trong mạng.

- **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. Timestamp sẽ tăng dần và tuyến tính theo thời gian nhằm đồng bộ và tính toán độ biến thiên trễ. Giá trị khởi tạo của timestamp được lấy một cách ngẫu nhiên. Những gói tin được phát đi cùng lúc sẽ có thể cùng timestamp.
- **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. Lưu ý với một vài định dạng video, khi video được chia thành nhiều gói RTP, một vài gói trong số chúng có thể có cùng chỉ số timestamp. Vì vậy timestamp không đủ để đặt gói tin đúng thứ tự.
- **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

Phần cố định trong header của gói tin RTP gồm có 12 byte đầu tiên; Những byte còn lại có thể được thêm vào hoặc bớt ra tùy thuộc vào sự cần thiết hay không. Ý nghĩa các trường trong phần cố định của header như sau:

- V (version): 2 bit, trường này chỉ phiên bản của RTP, giá trị của nó là 2
- P (Padding): 1 bit, nếu bit padding được thiết lập, gói dữ liệu sẽ có một vài bytes được thêm vào cuối dữ liệu. Mục đích phục vụ cho một vài thuật toán mã hóa thông tin, cách ly các gói RTP trong trường hợp nhiều gói tin được mang cùng một đơn vị dữ liệu của giao thức lớp dưới.
- X (Extension): 1 bit, nếu bit Extension được thiết lập thì sau tiêu đề cố định sẽ là tiêu đề mở rộng.
- CC (CSRC count): 4 bits, số nhận dạng CSRC cho tiêu đề cố định. Số này thường lớn nếu tải trọng của gói dữ liệu RTP gồm dữ liệu từ nguồn. Nó giúp nhận dạng nguồn đóng góp.
- M (Marker): 1 bit, bit này mang ý nghĩa khác nhau trong tệp thông tin đính kèm.
- PT (Payload Type): 7 bits, là loại tải trọng trong gói.
- Sequence Number: 16 bits, số thứ tự gói RTP.

- Timestamp: 32 bits, thời điểm lấy mẫu của bytes đầu tiên trong gói RTP.
 - SSRC (Synchronization Source Identifier): 32 bits, là số nhận dạng đồng bộ của gói RTP, số này được chọn ngẫu nhiên.
 - CSRC list (Contributing Source list): Danh sách nguồn đóng góp trong tiêu đề, trường này giúp bên thu nhận biết được gói thông tin này mang thông tin của nguồn nào.
- Phần tiêu đề mở rộng:
 Nếu như bit X được thiết lập là một thì sau tiêu đề cố định sẽ là phần tiêu đề mở rộng. 16 bits đầu tiên trong phần tiêu đề được sử dụng với mục đích riêng theo từng ứng dụng định nghĩa bởi tệp đính kèm. Thường nó được sử dụng để phân biệt các loại tiêu đề mở rộng.
 Length: 16 bits, chỉ chiều dài của phần tiêu đề mở rộng tính theo đơn vị 32 bits.

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. Nó không chỉ hữu ích cho vận chuyển mà còn có nhiệm vụ điều khiển tắc nghẽn cho giao thức vận chuyển khác.
- Thứ hai, cung cấp định danh giao vận. Nó được dùng để giữ lại mỗi thông tin bên nhận bởi vì định danh SSRC có thể thay đổi nếu có sự xung đột hoặc chương trình bị khởi động lại. Bên nhận cũng yêu cầu cung cấp định danh giao vận để liên kết nhiều luồng dữ liệu.

- 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. Mỗi bên tham gia gửi các gói điều khiển của nó cho tất cả những bên khác, để có thể quan sát số lượng bên tham gia. Con số này được sử dụng để tính toán tỷ lệ các gói tin được gửi đi.
- 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.

RTCP sử dụng năm dạng gói tin để đảm bảo việc truyền thông tin điều khiển.

- SR (Sender Report): sử dụng để truyền và nhận xác định bên tham gia sẵn sàng. Một gói SR bao gồm: tiêu đề, thông tin bên gửi, khối báo cáo thông tin bên nhận.
- RR (RTP receivers): sử dụng để gửi thông tin phản hồi về chất lượng dữ liệu đang được nhận tới bên nhận trong mẫu của RTCP RR. Báo cáo biên nhận được sử dụng để nhận thông tin của các bên tham gia mà không phải là bên gửi và kết hợp với SR cho người gửi báo cáo về hơn 31 nguồn. Chúng bao gồm thông tin phản hồi về tiếp nhận dữ liệu bao gồm: số lượng gói nhận được cao nhất, số gói bị mất, độ biến thiên trễ, thời gian tính toán thời gian truyền từ bên gửi đến bên nhận.
- SDES (Source description items): mô tả nguồn bao gồm cả CNAME.
- BYE: Thông tin kết thúc của phiên làm việc.
- APP: Chức năng ứng dụng cụ thể, thử nghiệm các ứng dụng và tính năng mới cho việc phát triển.

CHƯƠNG 4. THỰC NGHIỆM MÔ PHỎNG

4.1 Hệ mô phỏng

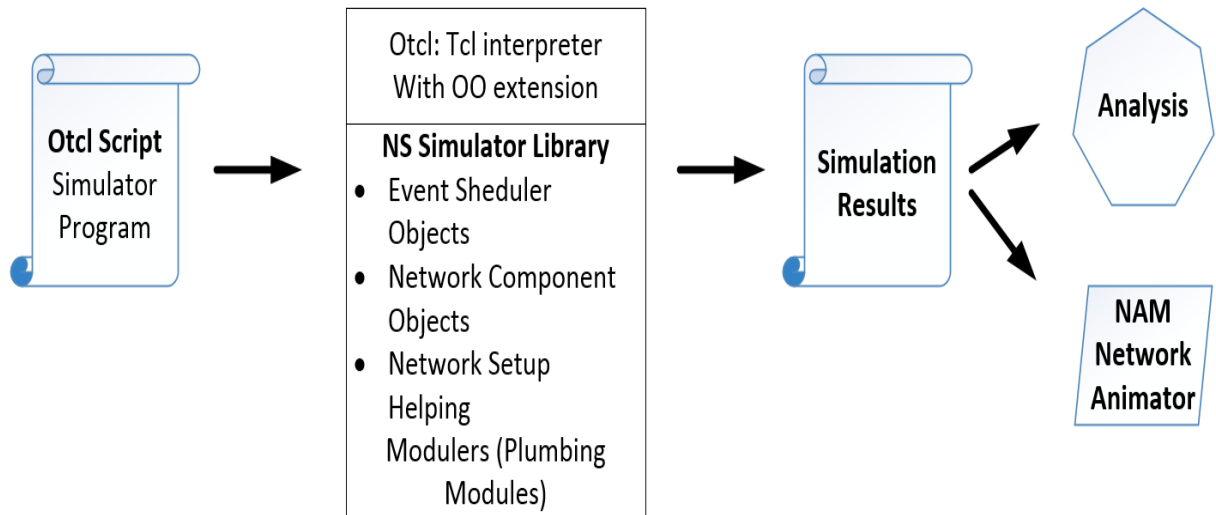
4.1.1 Giới thiệu

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.

Tập sinh ra có hai loại: tập *.tr chứa các thông tin chi tiết về những gì đã xảy ra và xảy ra khi nào, tập *.nam ghi lại sự kiện trong mạng và thông tin liên quan đến sự kiện để có thể dùng phần mềm NAM để hiển thị trực quan dưới dạng video động về các nút mạng và việc truyền các gói tin trên mạng.

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.

Chính sách dựa trên cửa sổ trượt gồm hai loại như sau:

- Chính sách cửa sổ trượt theo thời gian với đánh dấu hai màu (TSW2CM);
- Chính sách cửa sổ trượt theo thời gian với đánh dấu ba màu (TSW3CM);

Chính sách liên quan đến tốc độ phục vụ các luồng gói tin gồm ba loại sau:

- Giải thuật token bucket (TB).
- Đánh dấu ba màu tốc độ đơn (srTCM): Gói IP sẽ được đánh dấu ba màu xanh lá cây, vàng hoặc đỏ. Gói tin được đánh dấu màu xanh lá cây khi không vượt quá kích thước dữ liệu bùng nổ được cam kết (CBS), đánh dấu màu vàng khi vượt quá kích thước dữ liệu bùng nổ được cam kết (CBS) nhưng chưa vượt quá kích thước dữ liệu bùng nổ vượt mức được cam kết (EBS), đánh dấu màu đỏ khi vượt quá EBS.
- Đánh dấu ba màu hai tốc độ (trTCM): Gói IP sẽ được đánh dấu ba màu xanh lá cây, vàng hoặc đỏ. Một gói tin được đánh dấu là đỏ nếu nó vượt quá tốc độ truyền dữ liệu cực đại (PIR), đánh dấu là màu vàng hay xanh phụ thuộc vào việc nó vượt quá hay không vượt quá tốc độ truyền được cam kết (CIR).

Trong đó các thông số của các chính sách đó được ký hiệu như sau:

- CIR (Committed Information Rate): Tốc độ truyền được cam kết
- CBS (Committed Burst Size): Kích thước dữ liệu bùng nổ được cam kết
- EBS (Excess Burst Size): Kích thước dữ liệu bùng nổ vượt mức được cam kết
- PIR (Peak Information Rate): Tốc độ truyền dữ liệu cực đại
- PBS (Peak Burst Size): Kích thước khối dữ liệu bùng nổ cực đại

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. Tập 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 tập lưu vết

Event: Đây là kiểu sự kiện, bốn biểu tượng r, +, -, d tương ứng với các sự kiện: nhận, xếp vào hàng đợi, ra khỏi hàng đợi, bị loại.

Time: Thời điểm xảy ra sự kiện.

From node: Nút đầu vào của kênh truyền mà sự kiện xảy ra ở đó.

To node: Nút đầu ra của kênh truyền mà sự kiện xảy ra ở đó.

Pkt type: Kiểu gói tin (như CBR hay TCP).

Pkt size: Kích cỡ gói tin (bytes).

Flags: Cờ.

Fid (Flow Identifier): Mã luồng.

Src addr (Source Address): Địa chỉ node nguồn.

Dst addr (Destination Address): Địa chỉ node đích.

Seq num (Sequence Number): Số thứ tự gói tin của giao thức lớp mạng.

Pkt id (Packages Identifier): Mã nhận dạng gói tin.

4.2 Thực nghiệm mô phỏng mô hình DiffServ

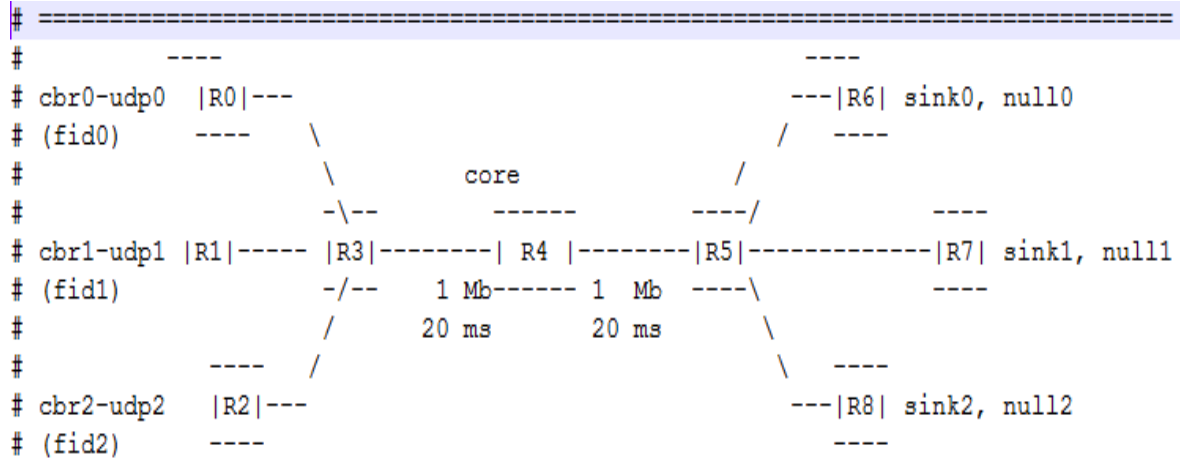
4.2.1 Mô hình thực nghiệm 1

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.

Đường truyền giữa nút nguồn và nút router biên của mạng DiffServ (R0-R3; R1-R3; R2-R3) có độ trễ là 5ms và băng thông 10Mbps. Các giá trị này tương ứng với các tham số về băng thông và độ trễ của đường truyền trong các mạng LAN theo chuẩn 802.3, hiện đang được sử dụng phổ biến.

Đường truyền giữa nút trung tâm và nút biên (R3-R4; R5-R4) có độ trễ 20 ms và băng thông là 1Mbps. Các giá trị này được chọn tương ứng với các tham số về băng thông và độ trễ của đường trục (đường truyền T1), kết nối các mạng LAN.

R3 và R5 có chức năng của edge router đã được thiết lập DiffServ thực thi phân loại gói tin, thiết lập chính sách, lập lịch. R4 là Core router, nằm ở trung tâm kết nối hai router biên. R4 thực thi hành vi chuyển tiếp theo từng chặng (PHB) cho các gói tin thuộc các lớp dịch vụ đã được định nghĩa trong mạng DiffServ. Mô phỏng này sử dụng cơ chế lập lịch PRI (priority) sử dụng chế

độ ưu tiên loại bỏ gói. Thời gian phát gói tin 50 giây, các nguồn lần lượt phát và kết thúc cùng lúc.

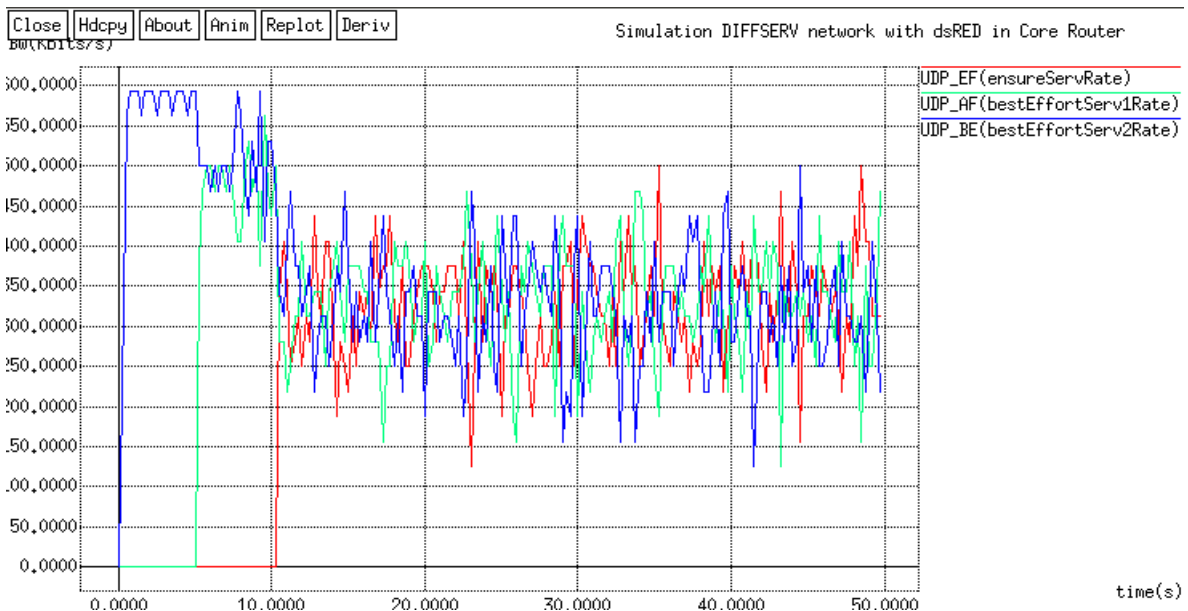
b. Thực thi và kết quả

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

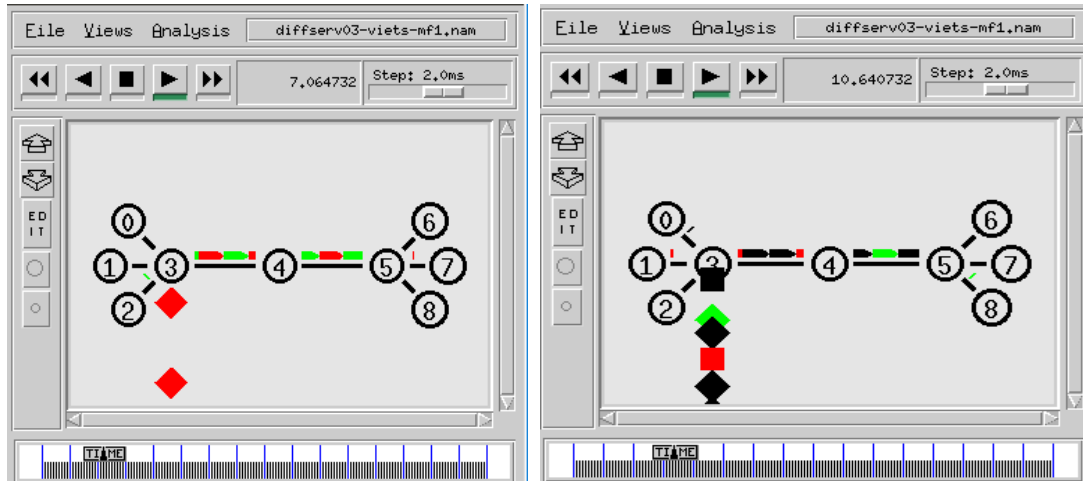
Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.1 như sau:

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

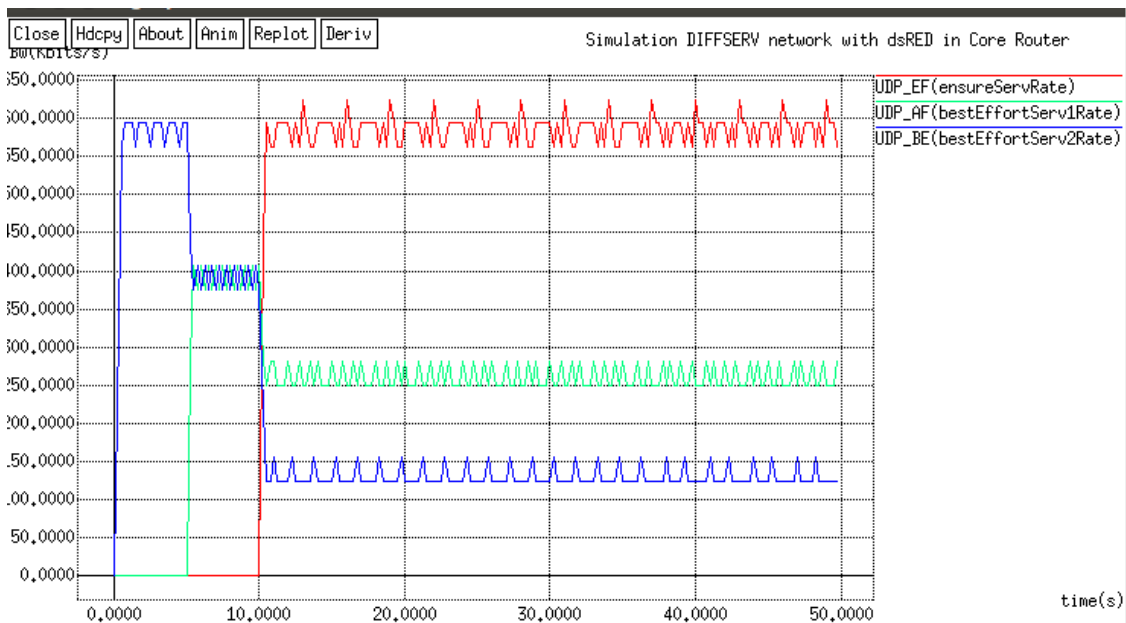
Như trên hình vẽ 4.5 cho thấy, phát các nguồn UDP lần lượt tại 0.1s, 5.0s, 10.0s từ thấp đến cao. Hệ thống mạng core đã được thiết lập DiffServ, hệ thống có khả năng nhận ra tắc nghẽn sớm, đương nhiên sẽ sớm loại bỏ các gói để đảm bảo đường truyền không bị nghẽn. Đồng thời vì 3 nguồn có cùng độ ưu tiên nên chiến lược loại bỏ gói là ngang nhau. Nên theo bảng 4.1 cho thấy, tỷ lệ mất gói gần như tương đương nhau. 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.

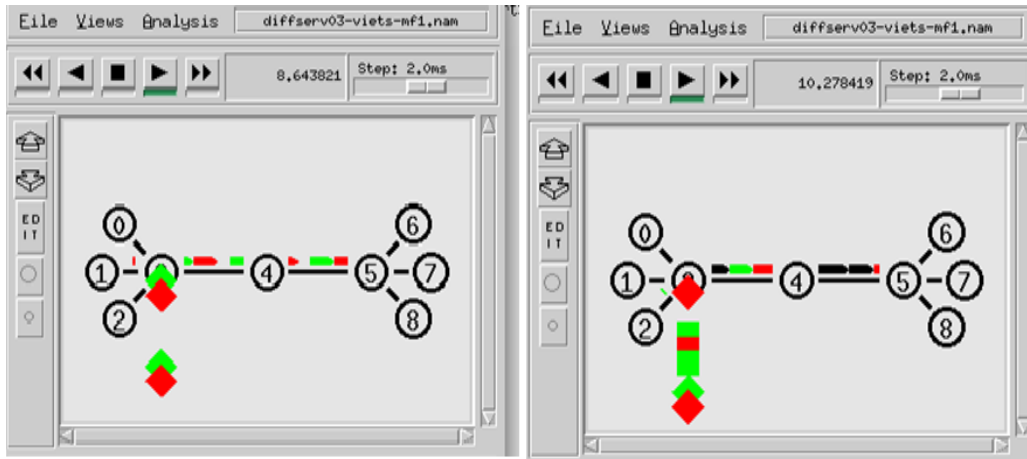
Thông số được thể hiện chi tiết ở bảng 4.2 như sau:

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. Từ thời điểm 5.0s đến 10s, nguồn UDP_AF phát, trong thời điểm này đã có sự tranh chấp tài nguyên của nguồn UDP_BE và UDP_AF. Phản ứng của router biên R3 đó là loại bỏ một vài gói tin của 2 luồng. Tại giây thứ 10s, luồng UDP_EF bắt đầu phát thì trật tự ưu tiên của ba luồng mới thực sự được thiết lập ổn trở lại. Số lượng gói tin của 2 luồng có độ ưu tiên thấp bị loại bỏ nhiều hơn (Hình 4.7). Mặc dù luồng UDP_EF bị phát sau nhưng độ ưu tiên lại cao nhất nên vẫn được đảm bảo đủ băng thông 0.6Mbps. Nguồn UDP_AF có độ ưu tiên thứ 2 và UDP_BE có độ ưu tiên thứ 3 sẽ phân chia băng thông còn lại là 0.4Mbps.

Nên để đảm bảo tránh tắc nghẽn đường truyền. Các gói tin của UDP_AF và UDP_BE sẽ bị loại bỏ trước khi tham gia vào việc truyền gói tin từ router biên R3 đến đích.

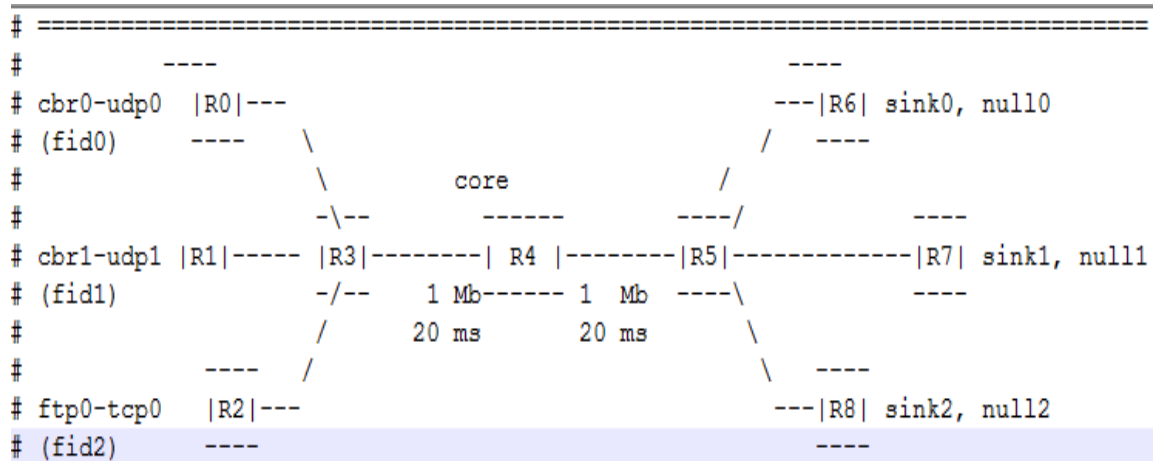
Vậy với bài toán cần đảm bảo chất lượng dịch vụ cho từng yêu cầu khách hàng như trên, có thể sử dụng phương pháp phân chia từng lớp lưu lượng theo độ ưu tiên khác nhau.

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

Mô hình tương tự mô hình thực nghiệm 1, chỉ khác là tại nút mạng R2 gán thực thể tcp0. Tạo luồng ftp0 từ R2 đến R8. Phát lần lượt các nguồn và kết thúc cùng thời điểm. Thời gian mô phỏng là 50s. Các gói TCP khi phát hiện sẽ có khả năng xảy ra tắc nghẽn thì sẽ giảm tốc độ và lưu lượng phát đi. Vì thế TCP không xảy ra hiện tượng loại bỏ gói tin.

b. Thực thi và kết quả

Trường hợp 1:

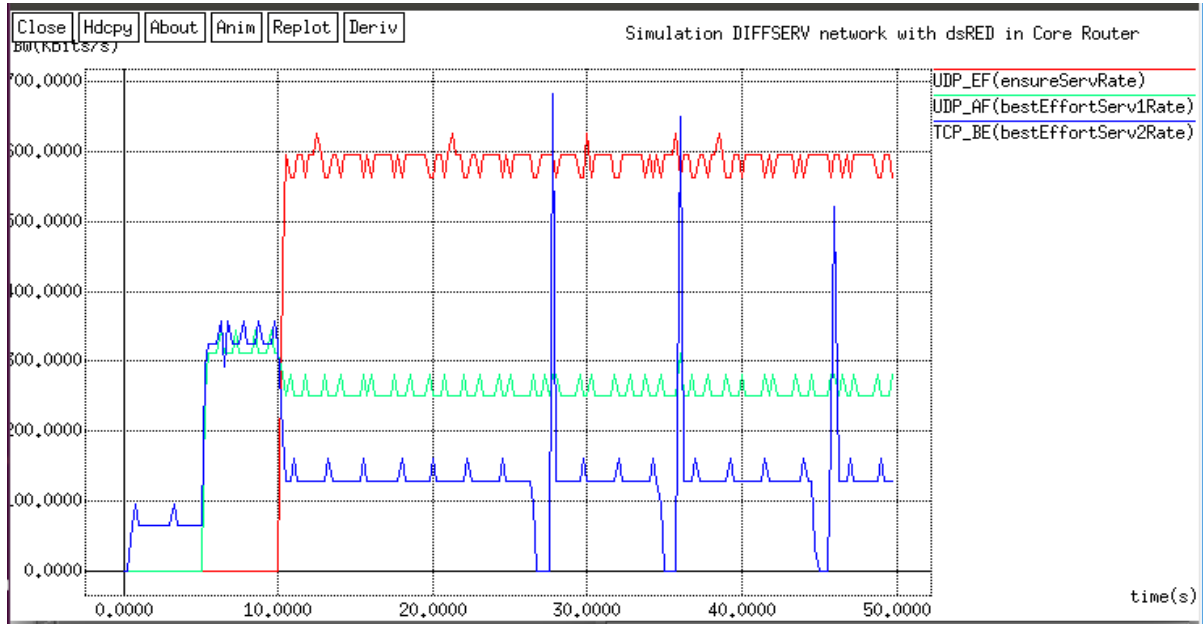
Tiến hành mô phỏng ta thấy:

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

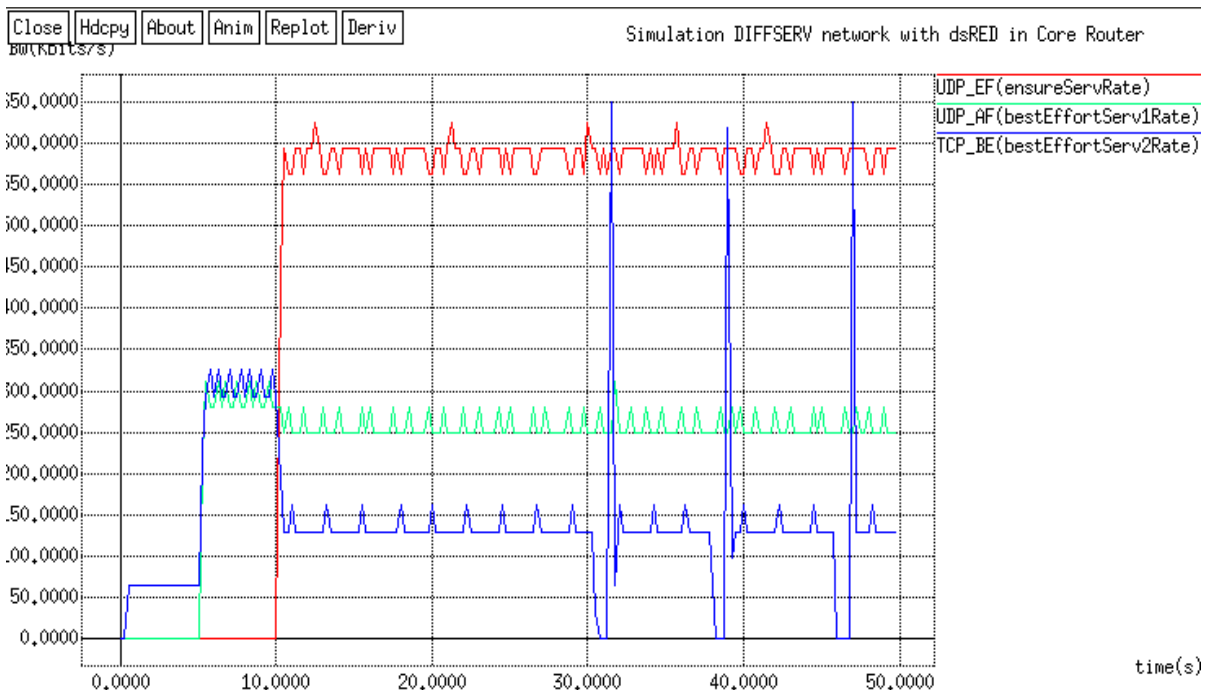
Trong trường hợp 1, thực nghiệm 2, ta có ba luồng được phát lần lượt với mức ưu tiên khác nhau. Luồng UDP_EF có mức ưu tiên cao nhất nhưng phát sau cùng và tại thời điểm 10.0s. Luồng TCP_BE có mức ưu tiên thấp nhất nhưng phát trước tiên. Theo bảng 4.3, luồng UDP_EF có mức ưu tiên cao nhất nên tỷ lệ mất gói tin bằng 0%, chất lượng truyền tin tốt nhất. Luồng UDP_AF có mức ưu tiên thứ hai nên khi sắp xảy ra tắc nghẽn mạng, router biên đã nhận biết được rủi ro này và loại bỏ gói tin ở luồng có độ ưu tiên thứ 2 này. Riêng luồng TCP_BE hoạt động theo cơ chế chiếm tối đa băng thông hiện có. Nếu xảy ra hiện tượng tắc nghẽn, gói TCP tự động điều chỉnh tốc độ truyền. Nên tỷ lệ mất gói của gói TCP_BE là rất ít.

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

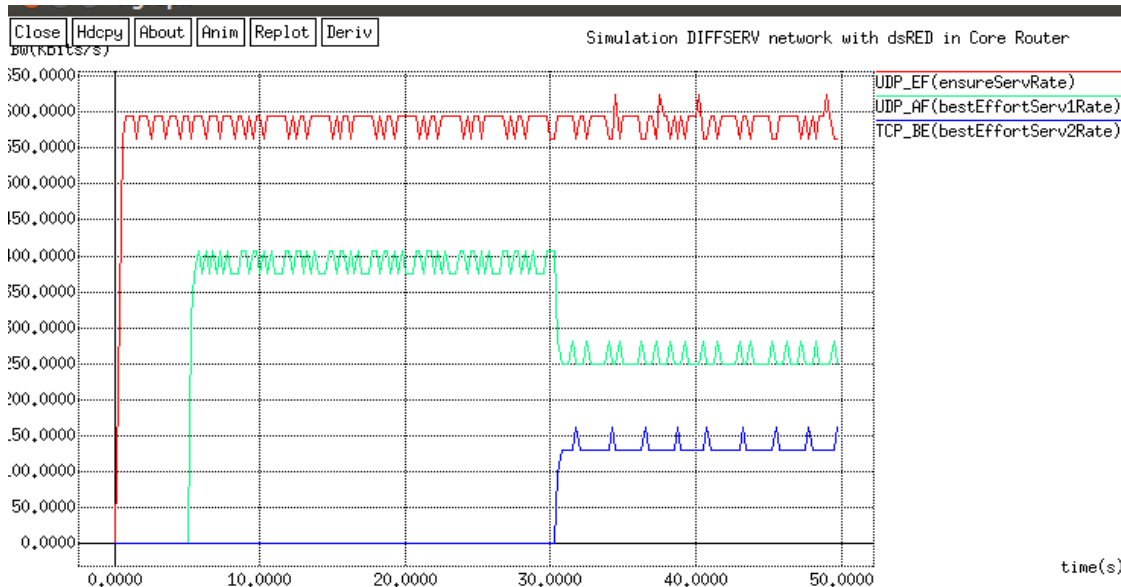
Dựa theo bảng 4.3 và bảng 4.4. Sau khi giảm băng thông từ nguồn R2 đến router biên R3 từ 10Mbps xuống 1Mbps, tỷ lệ mất gói của UDP_AF không thay đổi nhiều mà còn có chiều hướng tăng nhẹ từ 53.2% đến 53.8 %. Nhưng tỷ lệ mất gói của TCP_BE thì có giảm nhẹ từ 0.1% xuống 0.09%.

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 Transmission 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 Initiation 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/ | 8 | Cải thiện từ G.711 để cung cấp băng thông âm thanh từ 50 Hz tới 7 kHz | |
| | | | 18/20/22/24/ | | | |
| 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 | | | |