

R

CHƯƠNG TRÌNH KHCN.01.10
ĐỀ TÀI MÃ SỐ 10

BÁO CÁO ĐỀ TÀI **KHOA HỌC**

(BÁO CÁO TỔNG KẾT 1996-1998)
(QUYỂN I)

ĐỀ TÀI NHÁNH: Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM.

CHỦ TRÌ ĐỀ TÀI NHÁNH: PGS PTS Phạm Minh Hà.

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI: GS TS Bạch Hưng Khang.

HÀ NỘI 1998

3422-1/8
13/9/99.

ĐỀ TÀI KIICN 01-10
ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

TÓM TẮT
NỘI DUNG NGHIÊN CỨU
VÀ KẾT QUẢ ĐẠT ĐƯỢC
TỪ 1996 ÷ 1998

1 Đặt vấn đề.

Sự phát triển của công nghệ máy tính đã tạo nên các nhu cầu thông tin mới, trong đó phải kể đến nhu cầu thông tin dưới dạng số liệu và hình ảnh, nhu cầu thông tin nhiều loại dịch vụ đồng thời. Điều này trước hết dẫn đến sự ra đời các mạng thông tin mới bên cạnh mạng điện thoại và sau đó là sự ra đời của mạng tổ hợp đa dịch vụ băng hẹp (N-ISDN) vào đầu thập niên 80.

N-ISDN đã đáp ứng được nhu cầu tích hợp các dịch vụ có tốc độ bit tối đa là 64 Kbps vào một mạng và do đó nó cho phép truyền các thông tin khác nhau như tiếng nói, hình ảnh, số liệu đồng thời. Tuy nhiên, N-ISDN vẫn chưa đủ khả năng đáp ứng các dịch vụ yêu cầu độ linh hoạt cao và tốc độ truyền cao.

Sự ra đời của mạng tổ hợp đa dịch vụ băng rộng (B-ISDN) vào cuối thập niên 80 cho phép thực hiện các dịch vụ như vậy, ví dụ dịch vụ truyền thông đa phương tiện (MultiMedia), truyền các thông tin liên quan đến nhiều ứng dụng khác nhau như truyền hình số, truyền hình độ phân giải cao (HDTV), điện thoại truyền hình với chất lượng cao, hội nghị truyền hình, các dịch vụ truyền ảnh, các dịch vụ truyền số liệu tốc độ cao...

Trong khi nghiên cứu triển khai B-ISDN và trong quá trình thảo luận và biên soạn các khuyến nghị và các chuẩn ban đầu cho B-ISDN, vào năm 1988, Ủy ban tư vấn quốc tế về điện thoại và điện báo (CCITT) nay đổi tên là Hiệp hội viễn thông quốc tế (ITU-T) đã quyết định chọn công nghệ chuyển tải không đồng bộ (ATM) làm nền tảng cho B-ISDN. Sau đó hai năm, CCITT đã đưa ra 13 khuyến nghị về ATM cũng như định nghĩa phần lớn các tham số của nó.

ATM thực chất là một công nghệ lai giữa công nghệ chuyển mạch kênh và công nghệ chuyển mạch gói, nó huy động được các ưu điểm của hai loại công nghệ này và do đó thoả mãn được yêu cầu về độ linh hoạt và tốc độ của các loại dịch vụ mới.

Có thể nói ATM là một trong những công nghệ hàng đầu hiện nay của ngành viễn thông và được coi là công nghệ của thế kỷ 21 [1].

Vì vậy, đặt vấn đề nghiên cứu công nghệ ATM là phù hợp với xu thế phát triển về công nghệ viễn thông hiện nay của thế giới và cũng phù hợp với

phương hướng phát triển ngành của tổng công ty Bưu chính Viễn thông Việt nam [2].

2 Hiện trạng ứng dụng và nghiên cứu công nghệ ATM trên thế giới và ở Việt nam.

Hiện nay, ở một số nước công nghiệp phát triển, công nghệ ATM đã được triển khai trong các mạng cục bộ (ATM-LAN) hoặc trong mạng chuyên dụng dành riêng cho nghiên cứu và giáo dục (Đức, Pháp, Nhật, Mỹ).

Trên thị trường Mỹ, châu Âu, Nhật bản ... cũng đã có bán những thiết bị ATM như các thiết bị chuyển mạch, các bộ nối xuyên, các thiết bị giao diện. ... Tuy nhiên các chuẩn về ATM cho tới nay vẫn chưa được hoàn chỉnh và về lý thuyết vẫn còn nhiều vấn đề đang được giới khoa học trong ngành viễn thông trên thế giới quan tâm nghiên cứu, ví dụ vấn đề tích hợp ATM vào Internet, phỏng tạo mạng cục bộ (LAN - Emulation), đa giao thức trên công nghệ ATM (MPOA), cấu trúc tối ưu của hệ thống chuyển mạch ATM,

Tóm lại, ATM đang là đề tài thời sự trong nghiên cứu chuẩn hoá và nghiên cứu ứng dụng. Việc nghiên cứu ATM đang hướng tới tích hợp công nghệ ATM hoàn toàn vào Internet và tạo ra các xa lộ thông tin đa phương tiện như một mạng thông tin công cộng.

Ở Việt nam, Viện nghiên cứu Khoa học Kỹ thuật Bưu điện đã có một nhóm nghiên cứu về ATM. Nội dung nghiên cứu là tìm hiểu các kỹ thuật liên quan đến công nghệ ATM, trong đó có một đề tài nghiên cứu về kỹ thuật chuyển mạch ATM đã được nghiệm thu vào năm 1994. Các nghiên cứu này chủ yếu mang tính chất lý thuyết và ở mức tổng quan.

Tại trường Đại học Bách khoa Hà nội (ĐHBKHN), công nghệ ATM đã được đưa vào chương trình giảng dạy bậc cao học từ cuối năm 1995. Hiện nay mạng xương sống nội bộ của trường (Intranet) do Hãng điện thoại và điện tín Nippon (NTT) của Nhật bản tài trợ cũng dựa trên công nghệ này.

Từ cuối năm 1996, trường đã thành lập phòng thí nghiệm ATM do hãng Lucky Goldstar của Hàn quốc tài trợ. Phòng thí nghiệm được trang bị một nút

chuyển mạch ATM (của hãng Fore Systems - Mỹ) và ba trạm làm việc tạo thành một mạng ATM cục bộ (ATM-LAN).

Đề tài nghiên cứu này được triển khai tại phòng thí nghiệm trên với sự cộng tác của 6 cán bộ giảng dạy khoa Điện tử Viễn thông và các học viên cao học, nghiên cứu sinh (luân phiên khoảng 3 người / kỳ).

3 Mục tiêu của đề tài.

- Nghiên cứu đúc kết các tài liệu tham khảo chuyên sâu (sách, tài liệu, phần mềm giảng dạy, phần mềm mô phỏng) có tính chất học thuật giúp cho việc triển khai công nghệ ATM vào mạng đa dịch vụ băng rộng B-ISDN tại Việt nam khi có đủ điều kiện.
- Nghiên cứu triển khai một số mô hình kết nối, đúc rút ưu, nhược điểm, giúp cho việc lựa chọn công nghệ kết nối giữa mạng ATM và các mạng hiện hữu.
- Xây dựng đội ngũ (cán bộ, sinh viên, học viên cao học, nghiên cứu sinh) có am hiểu về công nghệ ATM để triển khai công nghệ này ở Việt nam khi có đủ điều kiện và để đặt nền móng cho những nghiên cứu sâu hơn nhằm dần dần tiếp cận với trình độ nghiên cứu của thế giới

4 Các kết quả đã đạt được.

4.1 Kết quả năm 1996.

- Cho ra đời sách tham khảo:
“ Tổng quan về kỹ thuật mạng B-ISDN ”
Tác giả:

Nguyễn Hữu Thanh

Cán bộ giảng dạy khoa Điện tử- Viễn thông

Thành viên nhóm đề tài.

Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật, 1996

(Tái bản 1997)

Nội dung gồm hai phần:

- Phần A trình bày các đặc điểm chung của ATM, các dịch vụ, các tính toán để thiết lập các tham số ATM, các giao thức, các vấn đề về báo hiệu, chuyển mạch, truyền dẫn.
- Phần B đề cập đến các khía cạnh kỹ thuật cụ thể trong B-ISDN và kiến trúc của B-ISDN.

4.2 Kết quả của năm 1997.

4.2.1 Các báo cáo khoa học.

- **Báo cáo “ Công nghệ ATM trong mạng cục bộ ”**

Tác giả:

Nghiên cứu sinh Tạ Đình Hùng

Thành viên nhóm đề tài

In trong Tuyển tập báo cáo khoa học trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm tắt nội dung:

Giới thiệu ứng dụng công nghệ ATM trong mạng cục bộ (LAN) và đưa ra một số kiến trúc LAN sử dụng ATM thay cho công nghệ cũ.

Báo cáo còn đưa ra một mô hình phát triển theo ba giai đoạn từ LAN hiện tại tiến tới LAN trên cơ sở ATM cho phép truyền số liệu, âm thanh, và hình ảnh với tốc độ cao (155 Mbps hoặc lớn hơn).

- **Báo cáo “ Nguyên lý tự định tuyến đa tầng kết hợp phương pháp bảng chuyển đổi VCI - một giải pháp cho cấu trúc chuyển mạch ATM ”**

Tác giả:

Nghiên cứu sinh Hoàng Đăng Hải

Thành viên nhóm đề tài.

In trong Tuyển tập báo cáo khoa học trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm tắt nội dung:

Tổng hợp, phân loại các cấu trúc chuyển mạch dùng cho ATM, nêu các yêu cầu chung đối với trường chuyển mạch ATM. Phân tích nguyên lý tự định tuyến đa tầng dùng phương pháp chọn thẻ từ bảng và cấu trúc phần tử chuyển mạch tự định tuyến. Giới thiệu một mạng thử nghiệm

ATM để minh họa cho ứng dụng trường chuyển mạch theo nguyên lý trên.

4.2.2 Tài liệu tham khảo về các vấn đề sau.

- **Điều khiển lỗi tiêu đề của tế bào ATM.**

Nội dung gồm hai phần:

- Phần một trình bày tổng quan về mã khối trong đó đặc biệt quan tâm đến mã vòng. Phần này còn đưa ra một số ví dụ về phương pháp lập mã, giải mã, để làm cơ sở cho nghiên cứu điều khiển lỗi tiêu đề của tế bào ATM ở phần tiếp theo.
- Phần hai trình bày phương pháp điều khiển lỗi tiêu đề và tạo mã sửa lỗi của tế bào ATM.

- **Quản lý lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn.**

Nội dung gồm năm chương, trình bày các vấn đề sau:

- Vai trò của nút chuyển mạch ATM đối với việc quản lý lưu lượng trong mạng ATM.
- Hợp đồng lưu lượng: đưa ra định nghĩa về tiêu chuẩn lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn trong mạng ATM, các tham số lưu lượng cơ bản và các phương pháp quản lý lưu lượng.

- **Kết nối giữa mạng cục bộ ATM (ATM - LAN) và mạng máy tính cục bộ (LAN)**

Nội dung gồm hai phần:

- Phần một giới thiệu hiện trạng phát triển của mạng cục bộ (LAN) và các công nghệ liên quan như Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI,...
- Phần hai trình bày các giải pháp ứng dụng ATM vào LAN, cấu trúc ATM - LAN, và đưa ra giải pháp kết nối LAN hiện hữu và ATM — LAN

4.3 Kết quả của năm 1998.

- **Trang Web phục vụ giảng dạy.**

Nội dung gồm sáu chương giới thiệu công nghệ ATM, các khái niệm cơ bản về ATM, hệ thống chuyển mạch ATM, mạng truyền dẫn dùng cho ATM, công nghệ ATM trong LAN và ứng dụng của mạng ATM.

Trang Web được tổ chức sinh động bao gồm văn bản, âm thanh, hình ảnh và có minh họa công nghệ ATM thông qua ví dụ vui hấp dẫn người học.

- **Tài liệu tham khảo về các chuẩn của ATM và mô hình mạng quản lý viễn thông.**

Nội dung: Giới thiệu tổng quan về các chuẩn về ATM đã được ban hành, đi sâu phân tích các chuẩn về quản lý mạng và các giải pháp để xây dựng mạng quản lý viễn thông (TMN).

- **Tài liệu giới thiệu một mô hình kiểm tra, đo thử các tham số và chỉ tiêu kỹ thuật của mạng ATM.**

Tài liệu định nghĩa phân tích các tham số cơ bản của mạng ATM, đưa ra mô hình kiểm tra và đo thử, đồng thời giới thiệu hai thiết bị đo: ANT - 20 và HP 5200A là những thiết bị đo hiện đại để kiểm tra các tham số và đánh giá chất lượng hoạt động của mạng.

5 Nhận xét về kết quả thu được so với mục tiêu đề ra.

Qua hơn hai năm nghiên cứu, đề tài đã đạt được một số kết quả có ý nghĩa. Các kết quả đã đạt được bao gồm:

- Hai tài liệu dùng cho giảng dạy, trong đó có một sách và một phần mềm.
- Sáu tài liệu tham khảo trình bày các vấn đề cốt lõi nhất của công nghệ ATM
- Hai bài báo khoa học trình bày một số kết quả nghiên cứu trên đề tài cụ thể của nghiên cứu sinh.
- Một mô hình kết nối giữa ATM - LAN và LAN truyền thống, đã được thử nghiệm trong thực tế tại phòng thí nghiệm.

Ngoài ra, trên đề tài này đã có 17 luận văn cao học được hoàn thành và có 1 luận văn tiến sĩ đang được hoàn thành ở giai đoạn cuối.

Ngoài các kết quả trên, đề tài cũng đã góp phần duy trì hoạt động của phòng thí nghiệm ATM của trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm lại, các kết quả của nhóm nghiên cứu đã đạt được yêu cầu và mục tiêu của đề tài

6 Dự kiến phương hướng nghiên cứu 1999 ÷ 2000.

Trong các năm sắp tới, đề tài sẽ mở ra một số hướng nghiên cứu sâu hơn về công nghệ ATM và các định hướng cụ thể như sau:

- Nghiên cứu một số giao thức mới: giao thức tại giao diện *người sử dụng - mạng* (báo hiệu, điều khiển luồng), giao thức kết nối giữa mạng ATM với các mạng hiện hữu khác.
- Nghiên cứu cấu trúc tối ưu của nút chuyển mạch ATM.
- Nghiên cứu mô hình hoá và mô phỏng mạng ATM.

Để thực hiện các định hướng này, nhóm nghiên cứu chủ trương mở rộng quan hệ hợp tác quốc tế trong nghiên cứu đồng thời trang bị một số công cụ phần mềm và thiết bị do trong khả năng kinh phí của đề tài.

BẢNG CHÚ GIẢI

CÁC TỪ VIẾT TẮT TIẾNG ANH

ATM	Asynchronous Transfer Mode	Công nghệ chuyển tải không đồng bộ
B-ISDN	Broadband Intergrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ băng rộng
N-ISDN	Narrowband Intergrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ băng hẹp
HDTV	High Definition TeleVision	Truyền hình phân giải cao
CCITT	Committee Consultatif International Telephonique et Telegraphique	Ủy ban tư vấn quốc tế về điện thoại và điện báo
ITU	International Telecommunication Union	Hiệp hội Viễn thông quốc tế
LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ
MPOA	MultiProtocol Over Atm	Đa giao thức trên công nghệ ATM
NTT	Nippon Telephone and Telegraph	Hãng điện thoại và điện tín Nhật bản
VCI	Virtual channel Identifier	Nhận dạng kênh ảo
TMN	Telecommunication Management Network	Mạng quản lý viễn thông

ĐỀ TÀI KHCN 01-10
ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

MỤC LỤC

A. Nội dung thứ nhất:

“Điều khiển lỗi tiêu đề của các tế bào ATM” Trang 1

B. Nội dung thứ hai:

“Quản lý lưu lượng và Điều khiển tắc nghẽn
trong mạng ATM” Trang 41)

C. Nội dung thứ ba:

“Nghiên cứu kết nối giữa mạng cục bộ ATM
(ATM - LAN) và mạng máy tính cục bộ
(LAN)” Trang 118

D. Báo cáo:

“Giới thiệu công nghệ ATM
trong mạng cục bộ Lan” Trang 211

E. Báo cáo:

“Nguyên lý tự định tuyến đa tầng kết hợp
phương pháp bảng chuyển đổi VCI - Một
giải pháp cho cấu trúc chuyển mạch ATM” Trang 226

ĐỀ TÀI KHCN 01-10

ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

NỘI DUNG THỨ NHẤT:
ĐIỀU KHIỂN LỖI THIÊU ĐỀ
CỦA CÁC TẾ BÀO ATM

Chủ trì đề tài nhánh: PGS PTS Phạm Minh Hà.

Cộng tác viên: Đinh Quang Minh.

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	3
1. Mã hoá điều khiển lỗi	4
1.1 Giới thiệu	4
1.2 Các kênh không nhớ rời rạc	5
1.3 Các mã khối tuyến tính	8
1.3.1 Khái quát	8
1.3.2 Giải mã chặn đoán	11
1.4 Mã vòng	16
1.4.1 Khái quát	16
1.4.2 Đa thức sinh	17
1.4.3 Đa thức kiểm tra chẵn lẻ	18
1.4.4 Ma trận sinh và ma trận kiểm tra chẵn lẻ	19
1.4.5 Bộ lập mã cho các mã vòng	19
1.4.6 Tính vector chặn đoán	20
1.4.7 Ví dụ về mã vòng	21
1.4.8 Mã CRC	26
2. Điều khiển lỗi tiêu đề của các tế bào ATM	28
2.1 Khái quát chung	28
2.2 Thủ tục phát hiện lỗi và sửa sai áp dụng cho tiêu đề tế bào ATM	30
2.2.1 Thủ tục tạo tiêu đề tế bào ATM	31
2.2.2 Thủ tục phát hiện lỗi và sửa lỗi đơn	32
2.3 Nguyên lý ARQ	33
2.3.1 Các giao thức SNR/ESNR	34
2.3.2 Giao thức GBN	35
2.3.3 Giao thức OSR	37
Bảng chú giải các từ viết tắt Tiếng Anh	38
Tài liệu tham khảo	39

I. MÃ HOÁ ĐIỀU KHIỂN LỖI

1.1 Giới thiệu

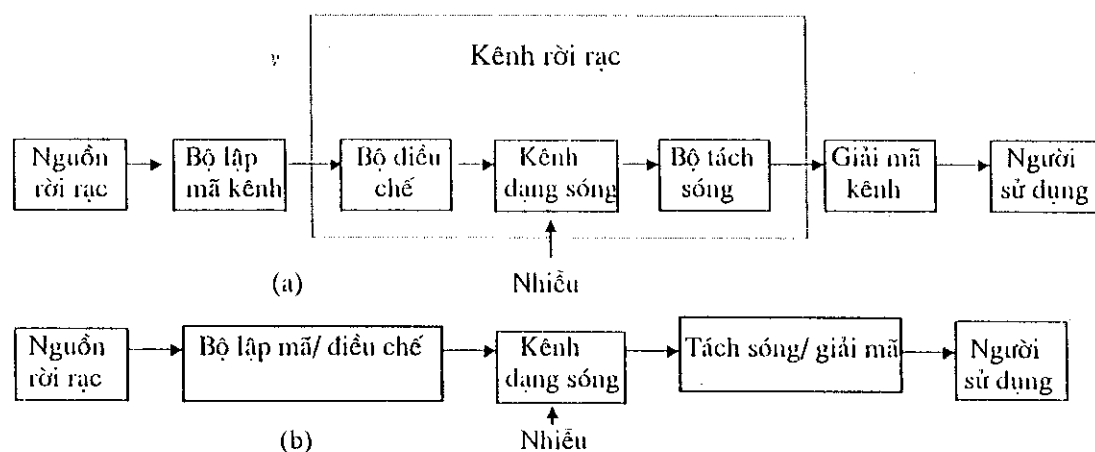
Mã hoá điều khiển lỗi là một trong những phương pháp được ứng dụng để đảm bảo cung cấp một thiết bị thông tin với giá thành hợp lý để truyền đi thông tin từ một đầu cuối của hệ thống tại một tốc độ, mức tin cậy và chất lượng có thể chấp nhận được, tới một khách hàng ở đầu cuối khác.

Điều khiển lỗi với sự đảm bảo tính toàn vẹn của số liệu có thể được thực hiện bằng cách dùng phương pháp *sửa lỗi hướng đi* (FEC - Forward error correction). Hình 1.1a đưa ra mô hình của một hệ thống thông tin số sử dụng một phương pháp như vậy. Nguồn rời rạc tạo ra thông tin dưới dạng những ký hiệu nhị phân. *Bộ lập mã kênh* trong máy phát tiếp nhận các bit thông điệp và cộng thêm một *lượng dư* theo một luật bắt buộc nào đó, do vậy nó sẽ tạo ra một dãy số liệu đã lập mã ở một tốc độ bit cao hơn. Bộ giải mã kênh trong máy thu lợi dụng lượng dư để quyết định xem những bit thông điệp nào thực sự được phát đi. Mục đích chung của bộ lập mã kênh và giải mã kênh là làm tối thiểu hoá sự ảnh hưởng của nhiễu kênh. Nghĩa là số lỗi giữa đầu vào bộ lập mã kênh và đầu ra bộ giải mã kênh được tối thiểu hoá.

Có nhiều mã sửa sai mà chúng có thể được sử dụng cho mục đích điều khiển lỗi. Chúng có thể được phân chia thành hai loại :

- Mã khối
- Mã nhân chập

Trong phạm vi của phần này ta chỉ xét các mã khối. sự phân loại này liên quan tới sự có mặt hay vắng mặt của *bộ nhớ* trong các bộ lập mã đối với hai loại mã.



Hình 1.1 : các mô hình đơn giản hoá của hệ thống thông tin số

(a) mã hoá và điều chế thực hiện một cách riêng biệt

(b) mã hoá và điều chế kết hợp

Để tạo ra một mã khối (n,k) , bộ lập mã kênh tiếp nhận thông tin theo các khối k bit kế tiếp, đối với mỗi khối, nó cộng thêm $n-k$ bit dư mà chúng có quan hệ về đại số với k bit thông điệp, bằng cách đó sẽ tạo ra một khối đã lập mã n bit, trong đó $n > k$. Khối n bit đó được gọi là *từ mã*, và n được gọi là *chiều dài khối* của mã. Bộ lập mã kênh tạo ra các bit ở tốc độ $R_0 = \frac{n}{k} R_s$, trong đó R_s là tốc độ bit của nguồn tin. Tỷ số không thứ nguyên $r = \frac{k}{n}$ được gọi là *tỷ lệ mã*, trong đó $0 < r < 1$. Tốc độ bit R_0 đưa ra khỏi bộ lập mã được gọi là *tốc độ dữ liệu kênh*.

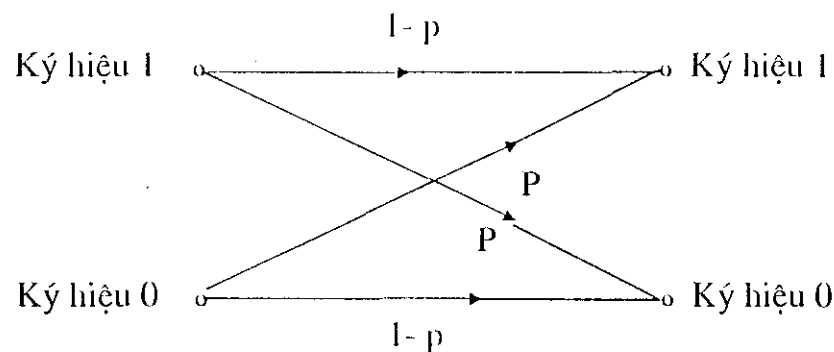
Trong mô hình đã đưa ra trong hình 1.1a, những hoạt động của việc mã hoá kênh và điều chế được thực hiện một cách riêng rẽ. Khi băng thông là một vấn đề đáng quan tâm thì phương pháp có hiệu quả nhất trong việc thực hiện mã hoá FEC là kết hợp nó với điều chế thành một chức năng riêng lẻ, như được minh hoạ trong hình 1.1b. Trong phương pháp này, việc mã hoá được xác định như là một phép xử lý các mẫu nào đó trên tín hiệu phát.

1.2 Các kênh không nhớ rời rạc

Trong hình 1.1a, kênh dạng sóng được gọi là không nhớ nếu đầu ra bộ tách sóng trong một khoảng thời gian đã cho chỉ phụ thuộc vào tín hiệu đã truyền trong khoảng đó, và không phụ thuộc vào bất kỳ sự truyền dẫn nào trước đó. Theo điều kiện này, ta có thể lập một mô hình tổ hợp của bộ điều chế, kênh dạng sóng và bộ tách sóng thành một *kênh không nhớ rời rạc*. Một kênh như vậy được mô tả một cách đầy đủ bằng tập các suất chuyển tiếp $P(N_i)$ trong đó i kí hiệu một

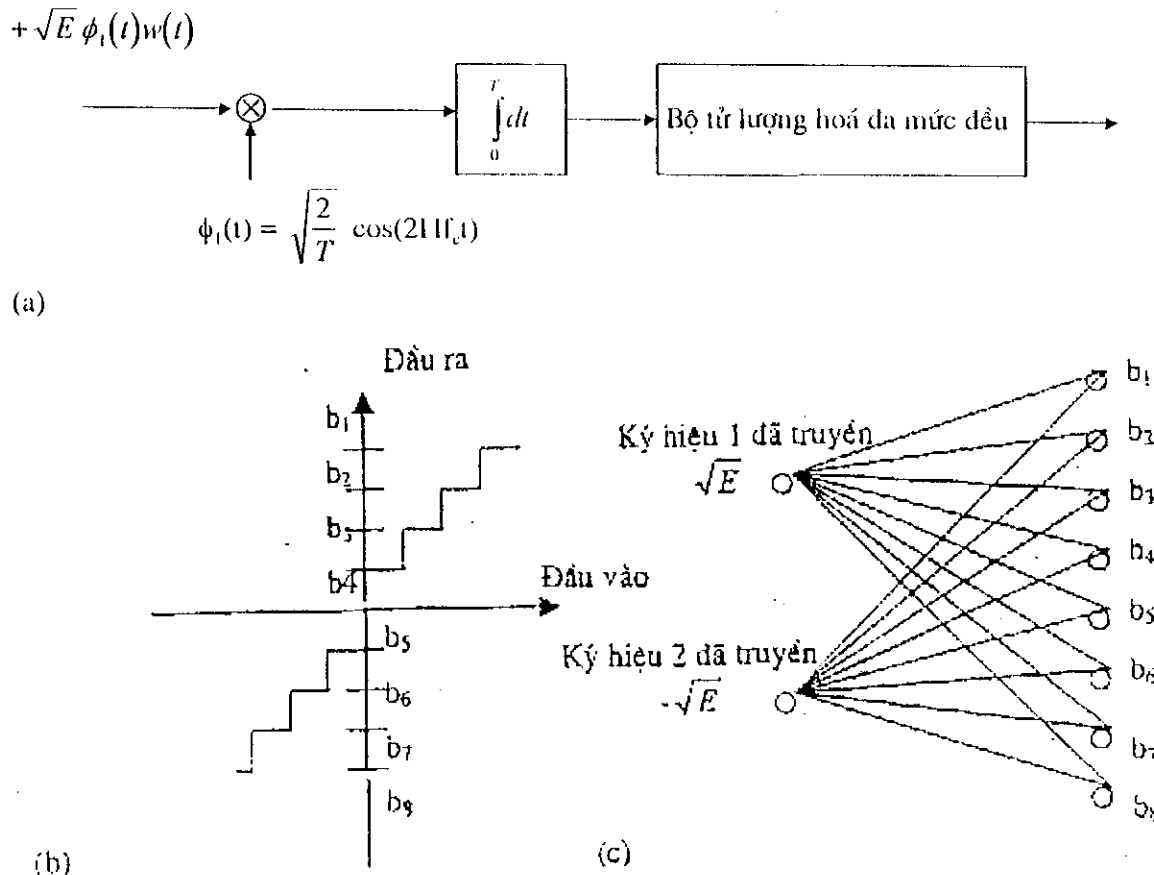
biểu tượng đầu vào bộ điều chế, j kí hiệu một biểu tượng đầu ra bộ giải điều chế, và $P(j|i)$ kí hiệu xác suất nhận được biểu tượng j khi i đã được gửi đi.

Kênh không nhớ rời rạc đơn giản nhất là kênh sử dụng các ký hiệu đầu vào nhị phân và các ký hiệu đầu ra nhị phân. Khi việc mã hoá nhị phân được áp dụng, bộ điều chế chỉ coi các ký hiệu nhị phân 0 và 1 là các tín hiệu vào. Tương tự bộ giải mã chỉ có các đầu vào nhị phân nếu như ở đầu ra bộ giải điều chế áp dụng sự lượng tử hoá nhị phân, nghĩa là một *quyết định cứng* được thực hiện trên đầu ra bộ giải điều chế đối với ký hiệu nào mà nó thực sự được phát đi. Trong trường hợp này ta có một *kênh đối xứng nhị phân* (BSC-Binary Symmetric Channel) với một *sơ đồ xác suất chuyển tiếp* như được chỉ ra trong hình 1.2. Kênh đối xứng nhị phân mang một loại nhiễu đã mô hình hoá thành AWGN (Additive White Gaussian Noise) được mô tả một cách đầy đủ bằng *xác suất chuyển tiếp*. Phần lớn các hệ thống thông tin số mã hoá sử dụng mã hoá nhị phân với việc *giải mã quyết định cứng* do tính đơn giản trong việc thực hiện của phương pháp này.



Hình 1.2 : Sơ đồ xác suất chuyển trạng thái của kênh đối xứng nhị phân

Việc sử dụng những quyết định cứng cho việc giải mã gây ra sự mất mát tin tức trong máy thu. Để giảm sự mất mát này, quyết định mềm được sử dụng. Điều này được thực hiện bằng việc sử dụng một bộ lượng tử hoá đa mức tại đầu ra bộ giải điều chế như minh hoạ trong hình 1.3a cho trường hợp các tín hiệu PSK nhị phân. Đặc tuyến vào-ra của bộ lượng tử hoá được đưa ra trong hình 1.3b. Bộ điều chế chỉ có các giá trị nhị phân ở đầu vào, còn ở đầu ra tồn tại một bảng mã với Q ký hiệu. Trong trường hợp hình 1.3, ta có $Q = 8$. Một kênh như vậy được gọi là một *kênh không nhớ rời rạc đầu ra Q -ary đầu vào nhị phân*. Sơ đồ chuyển trạng thái kênh tương ứng được đưa ra trong hình 1.3c. Việc sử dụng những quyết định mềm làm phức tạp thêm sự thực hiện bộ giải mã nhưng nó cải thiện đáng kể về hiệu suất so với việc giải mã quyết định cứng.



Hình 1.3: Kênh không nhớ rời rạc đầu ra Q-ary đầu vào nhị phân.

(a) Máy phát

(b) Đặc tuyến, truyền đạt của bộ lượng tử hoá đa mức.

(c) Sơ đồ xác suất chuyển tiếp trạng thái kênh.

Các hình (b) & (c) được minh hoạ cho trường hợp hợp 8 mức.

Định lý mã hoá kênh.

Định lý mã hoá kênh được phát biểu như sau: Nếu một kênh không nhớ rời rạc có một dung lượng C và một nguồn tạo ra thông tin ở một tốc độ nhỏ hơn C thì ở đó tồn tại một kỹ thuật mã hoá sao cho thông tin đầu ra của nguồn có thể được phát trên kênh với một xác suất lỗi ký hiệu thấp một cách tùy ý.

Đối với trường hợp đặc biệt một kênh đối xứng nhị phân, định lý cho thấy rằng nếu tỷ lệ mã r nhỏ hơn dung lượng c thì có thể tìm thấy một mã mà nó đạt được sự truyền dẫn với lỗi tự do trên kênh.

Do vậy, định lý mã hoá kênh định rõ dung lượng kênh C như là một *giới hạn cơ sở* trên tốc độ mà tại đó có thể thực hiện truyền dẫn các thông điệp một cách tin cậy trên một kênh không nhớ rời rạc. Vấn đề mà nó có ý nghĩa không phải là tỷ số tín hiệu trên nhiễu (miễn là đủ lớn) mà là đầu vào kênh được lập mã

như thế nào. Kỹ thuật mã hoá điều khiển lỗi giới thiệu trong phần này cung cấp các phương pháp để đạt được yêu cầu mã hoá của hệ thống.

Các mã được trình bày ở đây là *các mã nhị phân*. Trong một mã như vậy, các chức năng lập mã và giải mã kéo theo các phép toán số học nhị phân cộng và nhân module - 2 tiến hành trong các từ mã trong mã. Trong phần này, dấu cộng thông thường ("+") được dùng để ký hiệu cộng module - 2.

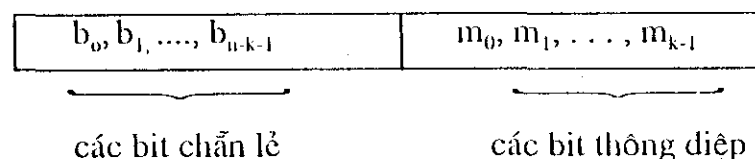
1.3 Các mã khối tuyến tính.

1.3.1 Khái quát

Một mã được gọi là *tuyến tính* nếu bất kỳ hai từ mã nào trong mã có thể được cộng theo số học modul-2 để tạo ra một từ mã thứ ba trong mã.

Xét một mã khối tuyến tính (n, k) trong đó k bit trong n bit mã luôn đồng nhất với dãy thông điệp được truyền. $n-k$ bit trong phần còn lại được tính toán từ các bit thông điệp, phù hợp với một luật mã bắt buộc mà nó xác định cấu trúc toán học của mã. Do vậy, $n-k$ bit này được gọi là *các bit kiểm tra chẵn lẻ tổng quát* hay đơn giản là các *bit chẵn lẻ*. Các mã khối mà trong đó các bit thông điệp được truyền dưới dạng không thay đổi được gọi là *mã có hệ thống*. Đối với những ứng dụng đòi hỏi cả phát hiện sai và sửa sai, việc sử dụng những mã khối có hệ thống làm đơn giản hoá sự thực hiện bộ giải mã.

Cho $m_0, m_1, \dots, m_{k-1}$ thiết lập một khối k bit thông điệp tùy ý. Do đó ta có 2^k khối thông điệp khác biệt. Cho dãy các bit thông điệp này áp vào một bộ lập mã khối tuyến tính, nó sẽ tạo ra một từ mã n bit mà các phần tử của nó được ký hiệu là $c_0, c_1, \dots, c_{n-1}$. Cho $b_0, \dots, b_1, \dots, b_{n-k-1}$ ký hiệu $(n-k)$ bit chẵn lẻ trong từ mã. Đối với mã có hệ thống, một từ mã được chia thành hai phần, một phần trong đó dành cho các bit thông điệp, còn phần kia dành cho các bit chẵn lẻ. Cấu trúc của từ mã được minh hoạ trong hình 1.4. Trong hình vẽ, $(n-k)$ bit bên trái của một từ



Hình 1.4 Cấu trúc của từ mã

mã là các bit chẵn lẻ, và k bit bên phải của từ mã là các bit thông điệp. Do vậy ta có thể viết:

$$c_i = \begin{cases} b_i, & i = 0, 1, \dots, n-k-1 \\ m_i + k - n, & i = n-k, n-k+1, \dots, n-1 \end{cases}$$

(n-k) bit chẵn lẻ là các tổng tuyến tính của k bit thông điệp như được chỉ ra bởi quan hệ tổng quát hoá sau:

$$b_i = p_{0i} m_0 + p_{1i} m_1 + \dots + p_{k-1,i} m_{k-1} \quad (1.2)$$

Trong đó các hệ số p_{ij} được định nghĩa như sau.

$$p_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nếu } b_i \text{ phụ thuộc vào } m_j \\ 0 & \text{trong các trường hợp còn lại} \end{cases} \quad (1.3)$$

Các hệ số p_{ij} được chọn sao cho hàng của ma trận sinh là độc lập tuyến tính và các phương trình chẵn lẻ là duy nhất.

Hệ các phương trình (1.1) và 1.2) định nghĩa cấu trúc toán học của mã khối tuyến tính (n,k). Hệ các phương trình có thể được viết lại dưới dạng gọn sử dụng ký hiệu ma trận. Để thực hiện mục đích này, vectơ thông điệp m kích thước $1 \times k$, vectơ chẵn lẻ b kích thước $1 \times (n-k)$ và vectơ mã c kích thước $1 \times n$ được định nghĩa như sau:

$$m = [m_0, m_1, m_2, \dots, m_{k-1}] \quad (1.4)$$

$$b = [b_0, b_1, b_2, \dots, b_{n-k-1}] \quad (1.5)$$

$$c = [c_0, c_1, \dots, c_{n-1}] \quad (1.6)$$

Có thể viết lại dãy các phương trình định nghĩa các bit chẵn lẻ dưới dạng ma trận ngắn gọn như sau:

$$b = mP \quad (1.7)$$

Trong đó P là ma trận hệ số kích thước $k \times (n-k)$ được xác định bởi:

$$P = \begin{bmatrix} p_{00} & p_{01} & \dots & p_{0,n-k-1} \\ p_{10} & p_{11} & \dots & p_{1,n-k-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k-1,0} & p_{k-1,1} & \dots & p_{k-1,n-k-1} \end{bmatrix} \quad (1.8)$$

Trong đó $p_{ij} = 0$ hoặc 1

Từ các định nghĩa (1.4) - (1.6), ta thấy c có thể được biểu diễn như là một vectơ hàng được ghép theo nghĩa các vectơ m và b như sau :

$$c = \begin{bmatrix} b & n \end{bmatrix} \quad (1.9)$$

Thay thế (1.7) vào (1.9) và đưa vector m ra làm hệ số ta được :

$$c = m \begin{bmatrix} P & I_k \end{bmatrix} \quad (1.10)$$

Trong đó I_k là ma trận đồng nhất $k \times k$

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1.11)$$

Định nghĩa *ma trận sinh* $k \times n$ như sau :

$$G = \begin{bmatrix} P & I_k \end{bmatrix} \quad (1.12)$$

Ma trận sinh G trong (1.12) là ở *dạng chính tắc bậc thang* trong đó k hàng của nó là độc lập tuyến tính. Từ đó ta có thể đơn giản hoá phương trình (1.10) như :

$$c = mG \quad (1.13)$$

Có một cách diễn tả khác về mối quan hệ giữa các bit thông điệp và các bit kiểm tra chẵn lẻ của mã khối tuyến tính. Cho H ký hiệu một ma trận $(n-k) \times n$ được định nghĩa là :

$$H = \begin{bmatrix} I_{n-k} & P^T \end{bmatrix} \quad (1.14)$$

Trong đó P^T là ma trận chuyển vị kích thước $(n-k) \times k$ của ma trận P , và I_{n-k} là ma trận đồng nhất $(n-k) \times (n-k)$. Do đó ta có thể thực hiện lấy tích các ma trận :

$$HG^T = \begin{bmatrix} I_{n-k} & P^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P^T \\ I_k \end{bmatrix} = P^T + P^T$$

Trong số học modul-2, ta có $P^T + P^T = 0$, trong đó 0 ký hiệu một ma trận 0 kích thước $(n-k) \times k$. Do vậy :

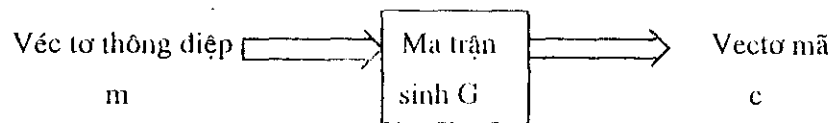
$$HG^T = 0 \quad (1.15)$$

Một cách tương đương, ta có $GH^T = 0$. Nhân cả hai vế của phương trình (1.13) với H^T và sau đó sử dụng phương trình (1.15) ta được :

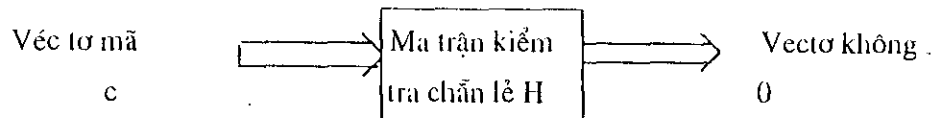
$$cH^T = mGH^T = 0 \quad (1.16)$$

Do vậy, ma trận H được gọi là *ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ* của mã, và lập các phương trình đã định rõ bởi (1.16) được gọi là *các phương trình kiểm tra chẵn lẻ*.

Phương trình bộ sinh (1.13) và phương trình bộ phân tích kiểm tra tính chẵn lẻ (1.16) là cơ sở để mô tả và điều hành một mã khối tuyến tính. Hai phương trình này được trình bày dưới dạng các sơ đồ khối 1.4a và 1.4b một cách tương ứng :



(a)



(b)

Hình 1.4. Mô tả sơ đồ khối của phương trình sinh (1.13) (hình a) và phương trình kiểm tra chẵn lẻ (1.16) (hình b).

1.3.2 Giải mã chẩn đoán

a/ Véc tơ chẩn đoán :

Ma trận sinh G được sử dụng trong hoạt động lập mã tại máy phát, ma trận kiểm tra chẵn lẻ H được dùng trong hoạt động giải mã tại phía thu. Trong phạm vi hoạt động giải mã, cho r ký hiệu *vector nhận* $1 \times n$, đây là hậu quả của việc gửi đi vector mã c trên một kênh có nhiễu. Biểu diễn vector r như là tổng của vector mã gốc và một vector e như sau :

$$r = c + e \quad (1.17)$$

vector e được gọi là *vector lỗi* hay *mẫu lỗi*. Phần tử thứ i của e bằng 0 nếu phần tử tương ứng của r giống với phần tử đó ở c . Mặt khác, các phần tử thứ i của e bằng 1 nếu phần tử tương ứng của r khác với phần tử đó ở c , trong trường hợp mà một lỗi được cho là đã xuất hiện ở vị trí thứ i . Do vậy, với $i = 1, 2, \dots, n$ ta có:

$$e_i = \begin{cases} 1 & \text{nếu có một lỗi xuất hiện tại vị trí thứ } i \\ 0 & \text{trong các trường hợp khác} \end{cases} \quad (1.18)$$

Máy thu có nhiệm vụ giải mã vector mã c từ vector r đã nhận được. Thuật toán được sử dụng để thực hiện hoạt động giải mã này bắt đầu với việc tính toán một vector hàng $1 \times (n-k)$ gọi là *vector chẩn đoán lỗi* (error - syndrome vector), hay đơn giản hơn gọi là *vector chẩn đoán*. Vector này chỉ phụ thuộc vào mẫu lỗi.

Với một vector nhận $(r - 1) \times n$ đã cho vector chuẩn đoán tương ứng được định nghĩa một cách hình thức là :

$$s = r \times H^T \quad (1.19)$$

Vector chẩn đoán có hai tính chất quan trọng sau :

Tính chất 1 : Vector chẩn đoán s chỉ phụ thuộc vào mẫu lỗi, và không phụ thuộc vào từ mã được truyền.

Chứng minh : Sử dụng (1.17), (1.19) và (1.16) ta có :

$$\begin{aligned} s &= (c + e)H^T \\ &= cH^T + eH^T \\ &= eH^T \end{aligned} \quad (1.20)$$

Do đó ma trận kiểm tra chẵn lẻ H của một mã cho phép xác định được s mà nó chỉ phụ thuộc vào mẫu lỗi e .

Tính chất 2 : Tất cả các mẫu lỗi mà chúng khác nhau ở một từ mã sẽ có vector chẩn đoán giống nhau.

Chứng minh : với k bit thông điệp, có 2^k vector mã riêng biệt ký hiệu là c_i , $i = 0, 1, 2, \dots, 2^k - 1$. Một cách tương ứng, đối với một mẫu lỗi bất kỳ e sẽ xác định 2^k vector e_i khác biệt :

$$e_i = e + c_i, \quad i = 0, 1, \dots, 2^k - 1 \quad (1.21)$$

Tập các vector $\{e_i, i=0,1,\dots,2^k-1\}$ như đã định nghĩa được gọi là một coset của mã. Có nghĩa là, một coset cổ chính xác là 2^k phần tử. Do vậy một mã khối tuyến tính (n,k) có 2^{n-k} coset. Trong trường hợp bất kỳ, nhân hai vế của (1.21) với H^T , ta được :

$$\begin{aligned} e_i H^T &= eH^T + c_i H^T \\ &= eH^T \end{aligned} \quad (1.22)$$

Vế phải của (1.22) độc lập với chỉ số i . Do vậy, ta có thể nói rằng mỗi coset của mã được đặc trưng bởi một vector chẩn đoán duy nhất.

Với ma trận H có dạng có hệ thống đã cho trong (1.14), ta tìm được s trong đó $(n-k)$ phần tử của vector chẩn đoán s là các tổ hợp tuyến tính của n phần tử của mẫu lỗi e , được chỉ ra bởi :

$$\begin{aligned} s_0 &= e_0 + e_{n-k}p_{00} + e_{n-k+1}p_{10} + \dots + e_{n-1}p_{k-1,0} \\ s_1 &= e_1 + e_{n-k}p_{01} + e_{n-k+1}p_{11} + \dots + e_{n-1}p_{k-1,1} \\ &\vdots \\ s_{n-k-1} &= e_{n-k-1} + e_{n-k}p_{0,n-k-1} + \dots + e_{n-1}p_{k-1,n-k-1} \end{aligned} \quad (1.23)$$

Tập $(n-k)$ phương trình tuyến tính này cho thấy rằng vector chẩn đoán chứa đựng thông tin về mẫu lỗi và vì vậy nó có thể được sử dụng để phát hiện lỗi. Tuy nhiên hệ các phương trình trên chưa xác định do số ẩn số nhiều hơn số phương trình. Do đó, không có lời giải duy nhất đối với các mẫu lỗi. Đúng hơn là có 2^k mẫu lỗi mà chúng thoả mãn (1.23) và do vậy dẫn đến kết quả là các vector chẩn đoán giống nhau, phù hợp với tính chất 2 và (1.22); mẫu lỗi thực sự chỉ là

một trong 2^k lời giải có thể có. Nói cách khác, thông tin chứa đựng trong vector chẩn đoán S về mẫu lỗi e là không đủ đối với bộ giải mã để tính toán chính xác giá trị của vector mã đã truyền. Mặc dù vậy, khi biết vector chẩn đoán s sẽ cho phép làm giảm sự tìm kiếm mẫu lỗi thực sự e từ 2^n xuống còn 2^{n-k} khả năng.

b/ Quãng tối thiểu

Xét một cặp vector mã c_1 và c_2 mà chúng có cùng số phần tử. *Quãng Hamming* $d(c_1, c_2)$ giữa một cặp vector mã như vậy được định nghĩa như là số các vị trí mà tại đó các phần tử tương ứng của chúng khác nhau.

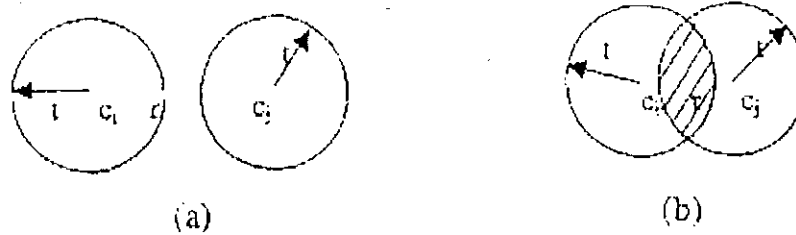
Trọng số Hamming $w(c)$ của một vector mã c được định nghĩa là số phần tử khác 0 trong vector mã. Một cách tương đương, ta có thể phát biểu rằng trọng số Hamming của một vector mã là quãng giữa vector mã và vector mã tất cả bằng 0.

Quãng nhỏ nhất $d_{\min}$ của một mã khối tuyến tính được định nghĩa là quãng Hamming nhỏ nhất giữa các cặp vector mã bất kỳ trong mã. Nghĩa là, quãng nhỏ nhất là bằng trọng số Hamming nhỏ nhất của sự khác nhau giữa bất kỳ cặp vector mã nào. Một cách khác, có thể phát biểu rằng *quãng nhỏ nhất của một mã khối tuyến tính là trọng số Hamming nhỏ nhất của các vector mã khác 0 trong mã*.

Quãng nhỏ nhất $d_{\min}$ liên quan tới cấu trúc của ma trận kiểm tra tính chẵn lẻ H của mã và là một tham số quan trọng của mã. Giả sử một mã khối tuyến tính (n, k) được yêu cầu phát hiện và sửa tất cả các mẫu lỗi, mà trọng số Hamming của nó nhỏ hơn hoặc bằng t . Nghĩa là, nếu vector c_i trong mã được phát đi và vector nhận là $r = c_i + e$, ta yêu cầu rằng đầu ra bộ giải mã $\hat{c} = c_i$, mẫu lỗi e luôn có một số trọng số Hamming $w(e) \leq t$. Ta giả thiết rằng 2^k vector mã trong mã được phát đi với xác suất bằng nhau. Chiến lược tốt nhất của bộ giải mã khi đó là chọn vector mã gần nhất với vector nhận r , nghĩa là vector mã mà đối với nó quãng Hamming $d(c_i, r)$ là nhỏ nhất. Với một chiến lược như vậy, bộ giải mã sẽ có thể phát hiện và sửa tất cả các mẫu lỗi với trọng số $w(e) \leq t$, với điều kiện là quãng nhỏ nhất của mã $d_{\min} \geq 2t + 1$. Vấn đề trên có thể được minh họa và giải thích theo ý nghĩa hình học như sau. Các vector mã $1 \times n$ và các vector nhận $1 \times n$ được biểu diễn như là các điểm trong một khoảng kích thước n . Giả thiết rằng, ta thiết lập hai hình cầu, mỗi hình cầu có bán kính là t , xung quanh các điểm mà chúng biểu diễn các vector mã c_i và c_j . Hãy cho hai hình cầu này được tách rời ra như biểu diễn trong hình 1.5a. Để được thỏa mãn đối với điều kiện này, ta yêu cầu rằng $d(c_i, c_j) \geq 2t + 1$. Nếu sau đó vector mã c_i được truyền và quãng Hamming $d(c_i, r) \leq t$, thì rõ ràng rằng bộ giải mã sẽ chọn c_i vì nó là vector mã gần nhất với vector nhận r . Nếu theo cách khác, quãng Hamming $d(c_i, c_j) \leq 2t$, hai hình cầu bao quanh c_i và c_j sẽ giao nhau như minh họa trong hình 1.5b. Trong trường hợp

này ta thấy rằng nếu c_i được truyền, ở đó tồn tại một vector nhận r sao cho quãng Hamming $d(c_i, r) \leq t$, nhưng r cũng gần với c_j như gần với c_i . Rõ ràng bộ giải mã bây giờ có khả năng chọn vector c_j , mà đó là trường hợp sai. Vì vậy ta kết luận rằng *một mã khối tuyến tính (n, k) có khả năng sửa tất cả các mẫu lỗi với trọng số t hoặc nhỏ hơn khi và chỉ khi,*

$$d(c_i, c_j) \geq 2t + 1 \quad \text{đối với tất cả các } c_i \text{ và } c_j$$



Hình 1.5 : (a) Quãng Hamming $d(c_i, c_j) \geq 2t + 1$

(b) Quãng Hamming $d(c_i, c_j) < 2t$

Tuy nhiên theo định nghĩa, quãng nhỏ nhất giữa cặp vector mã bất kì trong một mã là quãng nhỏ nhất của mã, $d_{\min}$. Do vậy, ta có thể phát biểu rằng, *một mã khối tuyến tính (n, k) với quãng nhỏ nhất $d_{\min}$ có thể sửa tới t lỗi khi và chỉ khi*

$$t \leq \left\lfloor \frac{1}{2} (d_{\min} - 1) \right\rfloor \quad (1.25)$$

trong đó $\lfloor \cdot \rfloor$ ký hiệu số nguyên lớn nhất nhỏ hơn hoặc bằng đại lượng bao quanh.

c. Giải mã chẩn đoán

Từ những vấn đề đã nêu ở trên, ta có thể đưa ra sơ đồ giải mã dựa trên vector chẩn đoán đối với các mã khối tuyến tính. Cho $c_1, c_2, \dots, c_{2^k}$ ký hiệu 2^k vector mã của một mã khối tuyến tính (n, k) . Cho r ký hiệu vector nhận mà nó có thể là một trong 2^n giá trị có thể. Máy thu có nhiệm vụ ngán ra 2^n vector nhận có thể thành 2^k dãy con tách rời $D_1, D_2, \dots, D_{2^k}$ theo một cách sao cho dãy con thứ i (D_i) tương ứng với vector mã c_i , trong đó $1 \leq i \leq 2^k$. Vector nhận r được giải mã thành c_i nếu nó ở trong dãy con thứ i .

2^k dãy con đã mô tả ở đây tạo nên một *mảng chuẩn* của mã khối tuyến tính. Để xây dựng nó, ta có thể lợi dụng cấu trúc tuyến tính của mã bằng cách tiến hành như sau :

1. 2^k vector mã được đặt trong một hàng với vector mã $c_1 = 0$ là phần tử bên trái nhất.

2. Mỗi mẫu lỗi e_2 được chọn và được đặt dưới c_1 , và một hàng thứ hai được hình thành bởi việc cộng thêm e_2 vào mỗi vectơ mã còn lại trong hàng thứ nhất; điều quan trọng là mẫu lỗi chọn cho phần tử thứ nhất trong một hàng không được xuất hiện ở các hàng trước đó trong mảng chuẩn.

3. Bước 2 được lặp lại cho đến khi tất cả các mẫu lỗi có thể có được đưa ra. Hình 1.6 minh họa cấu trúc mảng chuẩn đã được thiết lập. 2^k cột của mảng này biểu diễn các dãy con tách rời $D_1, D_2, \dots, D_{2^k}$. 2^{n-k} hàng của mảng biểu diễn các coset của mã, và các phần tử thứ nhất của chúng là $e_2, e_3, \dots$

$c_1 = 0$	c_2	c_3	...	c_i	...	c_{2^k}
e_2	$c_2 + e_2$	$c_3 + e_2$	...	$c_i + e_2$	...	$c_{2^k} + e_2$
e_3	$c_2 + e_3$	$c_3 + e_3$	...	$c_i + e_3$	...	$c_{2^k} + e_3$
e_j	$c_2 + e_j$	$c_3 + e_j$	...	$c_i + e_j$	...	$c_{2^k} + e_j$
$e_{2^{n-k}}$	$c_2 + e_{2^{n-k}}$	$c_3 + e_{2^{n-k}}$	...	$c_i + e_{2^{n-k}}$	...	$c_{2^k} + e_{2^{n-k}}$

Hình 1.6 Mảng chuẩn cho một mã khối (n, k) .

Đối với một kênh đã cho, xác suất giải mã lỗi được tối thiểu hoá khi các mẫu lỗi được chọn có thể là những mẫu đứng đầu coset (là những mẫu với xác suất xuất hiện lớn nhất). Trong trường hợp một kênh đối xứng nhị phân, trọng số Hamming của một mẫu lỗi càng nhỏ thì khả năng xuất hiện càng lớn. Vì vậy mảng chuẩn cần phải được cấu tạo với mỗi phần tử đứng đầu coset có trọng số Hamming nhỏ nhất trong coset của nó.

Tóm lại, ta có thể mô tả thủ tục giải mã cho một mã khối tuyến tính theo trình tự sau :

1. Đối với vectơ nhận r , tính toán vectơ chẩn đoán $s = r H^T$.
2. Trong phạm vi coset được đặc trưng bởi vectơ chẩn đoán S , xác nhận phần tử đứng đầu coset (nghĩa là, mẫu lỗi với xác suất xuất hiện lớn nhất); gọi nó là e_0 .
3. Tính toán vectơ mã :

$$c = r + e_0 \quad (1.26)$$

là phiên bản đã giải mã của vectơ nhận r .

Thủ tục này được gọi *giải mã chẩn đoán*.

1.4 Mã vòng

1.4.1 Khái quát

Các mã vòng hình thành một lớp con của mã khối tuyến tính. Nhiều mã khối tuyến tính quan trọng đã phát hiện hoặc là các mã vòng, hoặc là có liên quan chặt chẽ với mã vòng. Một ưu điểm của mã vòng so với hầu hết các loại mã khác là chúng rất dễ để lập mã. Hơn nữa, các mã vòng có một cấu trúc toán học được định nghĩa rõ ràng mà nó dẫn đến sự phát triển các sơ đồ giải mã rất hiệu quả cho chúng.

Một mã nhị phân được gọi là *mã vòng* nếu nó biểu lộ hai tính chất cơ bản:

1. Tính chất tuyến tính : *Tổng của hai từ mã bất kỳ trong mã cũng là một từ mã.*
2. Tính chất vòng : *Sự dịch vòng bất kỳ của một từ mã trong mã cũng là một từ mã.*

Tính chất 1 cho thấy rằng một mã vòng cũng là một mã khối tuyến tính (nghĩa là nó có thể được mô tả như một mã kiểm tra chẵn lẻ). Để phát biểu lại tính chất 2 theo nghĩa toán học, cho bộ $n(c_0, c_1, \dots, c_{n-1})$ ký hiệu từ một mã của một mã khối tuyến tính. Mã được gọi là một mã vòng nếu n bộ

$$\begin{aligned} &(c_{n-1}, c_0, \dots, c_{n-2}), \\ &(c_{n-2}, c_{n-1}, \dots, c_{n-3}), \\ &\vdots \\ &(c_1, c_2, \dots, c_{n-1}, c_0) \end{aligned}$$

là tất cả các từ mã trong mã.

Để khai triển các tính chất đại số của các mã vòng, ta sử dụng các phần tử $c_0, c_1, c_2, \dots, c_{n-1}$ của từ mã để định nghĩa *đa thức mã* :

$$c(X) = c_0 + c_1X + c_2X^2 + \dots + c_{n-1}X^{n-1} \quad (1.27)$$

trong đó X là một ẩn số. Đối với mã nhị phân, các hệ số là các bit 1 và 0. Mỗi lũy thừa của X trong đa thức $c(X)$ biểu diễn một phép dịch một bit theo thời gian. Do vậy, việc nhân đa thức $c(X)$ với X có thể được xem như là một phép dịch sang phải.

Cho đa thức mã $c(X)$ được nhân với X^i , sinh ra :

$$\begin{aligned} X^i c(X) &= X^i (c_0 + c_1X + c_2X^2 + \dots + c_{n-1}X^{n-1}) \quad (1.28) \\ &= c_0 X^i + c_1 X^{i+1} + \dots + c_{n-1} X^{n-1+i} + c_{n-1} X^n + \dots + c_{n-1} X^{n+i-1} \\ &= c_{n-1} X^n + \dots + c_{n-1} X^{n+i-1} + c_0 X^i + c_1 X^{i+1} + \dots + c_{n-1} X^{n-1+i} \end{aligned}$$

Theo phép cộng modul 2, $c_{n-i} + c_{n-i} = 0$, ta có thể biến đổi (1.28) như sau :

$$X^i c(X) = c_{n-i} + \dots + c_{n-1} X^{i-1} + c_0 X^i + c_1 X^{i+1} + \dots + c_{n-i-1} X^{n-1} + c_{n-i}(X^n + 1) + \dots + c_{n-1} X^{i-1}(X^n + 1) \quad (1.29)$$

$$\text{Đặt } c^{(i)}(X) = c_{n-i} + \dots + c_{n-1} X^{i-1} + c_0 X^i + c_1 X^{i+1} + \dots + c_{n-i-1} X^{n-1} \quad (1.30)$$

$$q(X) = c_{n-i} + c_{n-i+1} X + \dots + c_{n-1} X^{i-1} \quad (1.31)$$

Do đó, (1.29) được viết lại dưới dạng gọn hơn :

$$X^i \cdot c(X) = q(X) \cdot (X^n + 1) + c^{(i)}(X) \quad (1.32)$$

Đa thức $c^{(i)}(X)$ được coi là đa thức mã của từ mã $(c_{n-i}, \dots, c_{n-1}, c_0, \dots, c_{n-i-1})$ nhận được bằng việc áp dụng i phép dịch vòng vào từ mã $(c_0, c_1, \dots, c_{n-i-1}, c_{n-i}, \dots, c_{n-1})$. Ngoài ra, từ (1.32) ta thấy rằng $c^{(i)}(X)$ là phần dư của phép chia $X^i c(X)$ cho

$(X^n + 1)$. Do vậy, ta có thể phát biểu tính chất vòng trong ký hiệu đa thức như sau:

Nếu $c(X)$ là một đa thức mã thì đa thức

$$c^{(i)}(X) = X^i c(X) \bmod (X^n + 1) \quad (1.33)$$

cũng là một đa thức mã đối với phép dịch vòng i bất kỳ;

Thuật ngữ "mod" là chữ viết tắt của "modulo". Dạng đặc biệt của phép nhân đa thức đã mô tả trong (1.33) được gọi là *nhân modulo $X^n + 1$* .

1.4.2 Đa thức sinh

Đa thức $X^n + 1$ và các thừa số của nó đóng một vai trò chính trong việc tạo ra các mã vòng. Cho $g(X)$ là đa thức bậc $(n-k)$ mà nó là một thừa số của $X^n + 1$; với vai trò đó, $g(X)$ là *đa thức bậc thấp nhất trong mã*. Một cách tổng quát, $g(X)$ có thể được triển khai như sau :

$$g(X) = 1 + \sum_{i=1}^{n-k-1} g_i X^i + X^{n-k} \quad (1.34)$$

trong đó g_i bằng 0 hoặc 1. Theo khai triển này, đa thức $g(X)$ có hai số hạng với hệ số 1 cách biệt bởi $n-k-1$ số hạng. $g(X)$ được gọi là *đa thức sinh* của một mã vòng. Một mã vòng được xác định một cách duy nhất bởi đa thức sinh $g(X)$ trong đó mỗi đa thức mã trong mã có thể được biểu diễn dưới dạng một tích đa thức sau :

$$c(X) = a(X) g(X) \quad (1.35)$$

trong đó $a(X)$ là một đa thức theo X có bậc là $k-1$. Vì vậy đa thức đã hình thành thoả mãn điều kiện của phương trình (1.33) khi $g(X)$ là một thừa số của $X^n + 1$.

Giả sử ta được cho đa thức sinh $g(X)$, yêu cầu đặt ra là lập mã cho dãy thông điệp $(m_0, m_1, \dots, m_{k-1})$ thành một mã vòng có hệ thống (n, k) . Nghĩa là, các bit thông điệp được phát đi dưới dạng không thay đổi theo cấu trúc sau đây cho một từ mã :

$$(\underbrace{b_0, b_1, \dots, b_{n-k-1}}_{n-k \text{ bit chẵn lẻ}}; \underbrace{m_0, m_1, \dots, m_{k-1}}_{k \text{ bit thông điệp}})$$

$n-k$ bit chẵn lẻ k bit thông điệp

Cho đa thức thông điệp được định nghĩa bởi :

$$m(X) = m_0 + m_1 X + \dots + m_{k-1} X^{k-1} \quad (1.36)$$

$$\text{và cho } b(X) = b_0 + b_1 X + \dots + b_{n-k-1} X^{n-k-1} \quad (1.37)$$

theo (1.1), ta muốn đa thức mã có dạng :

$$c(X) = b(X) + X^{n-k} m(X). \quad (1.38)$$

Từ (1.35) và (1.38) dẫn đến :

$$a(X) g(X) = b(X) + X^{n-k} m(X)$$

Một cách tương đương, theo khái niệm cộng modulo-2, ta có thể viết :

$$\frac{X^{n-k} m(X)}{g(X)} = a(X) + \frac{b(X)}{g(X)} \quad (1.39)$$

(1.39) cho thấy rằng $b(X)$ là phần dư còn lại sau phép chia $X^{n-k} m(X)$ cho $g(X)$.

Từ những suy luận trên, ta có thể tổng kết các bước bao hàm trong thủ tục lập mã đối với một mã vòng (n, k) đảm bảo một cấu trúc có hệ thống như sau :

1. Nhân đa thức thông điệp $m(X)$ với X^{n-k}
2. Chia $X^{n-k} m(X)$ cho đa thức sinh $g(X)$, nhận được số dư $b(X)$.
3. Cộng $b(X)$ với $X^{n-k} m(X)$, nhận được đa thức mã $c(X)$.

1.4.3 Đa thức kiểm tra chẵn lẻ

Một mã vòng (n, k) được xác định một cách duy nhất bởi đa thức sinh $g(X)$ bậc $(n-k)$ của nó. Một mã như vậy cũng có thể được xác định một cách duy nhất bởi một đa thức bậc k khác gọi là đa thức kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$ được định nghĩa bởi :

$$h(X) = 1 + \sum_{i=1}^{k-1} h_i X^i + X^k \quad (1.40)$$

trong đó các hệ số h_i là 0 hoặc 1. Đa thức kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$ có dạng tương tự như đa thức sinh trong đó có hai số hạng có hệ số là 1, nhưng được cách biệt bởi $(k-1)$ số hạng. Đa thức kiểm tra chẵn lẻ là một sự biểu diễn tương đương của ma trận kiểm tra chẵn lẻ H , cũng như ma trận sinh G có sự biểu diễn tương đương là đa thức sinh $g(X)$. Đối với các mã khối tuyến tính, ta đã tìm thấy mối quan hệ giữa G và H trong (1.15) là $HG^T = 0$, điều này tương ứng với mối quan hệ sau :

$$g(X)h(X) \bmod (X^n - 1) = 0 \quad (1.41)$$

Do đó, ta có thể phát biểu rằng *đa thức sinh $g(X)$ và đa thức kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$ là các thừa số của đa thức $X^n + 1$* , nghĩa là

$$g(X)h(X) = X^n + 1 \quad (1.42)$$

Tính chất này làm cơ sở để lựa chọn đa thức sinh hoặc đa thức kiểm tra chẵn lẻ của một mã vòng.

1.4.4 Ma trận sinh và ma trận kiểm tra chẵn lẻ

Từ đa thức sinh $g(X)$ của một mã vòng (n,k) , ta có thể kiến tạo ma trận sinh G của mã bằng cách lập k đa thức $g(X), Xg(X), \dots, X^{k-1}g(X)$. Sau đó, sử dụng bộ n tương ứng với những đa thức này làm các hàng của ma trận sinh G kích thước $k \times n$.

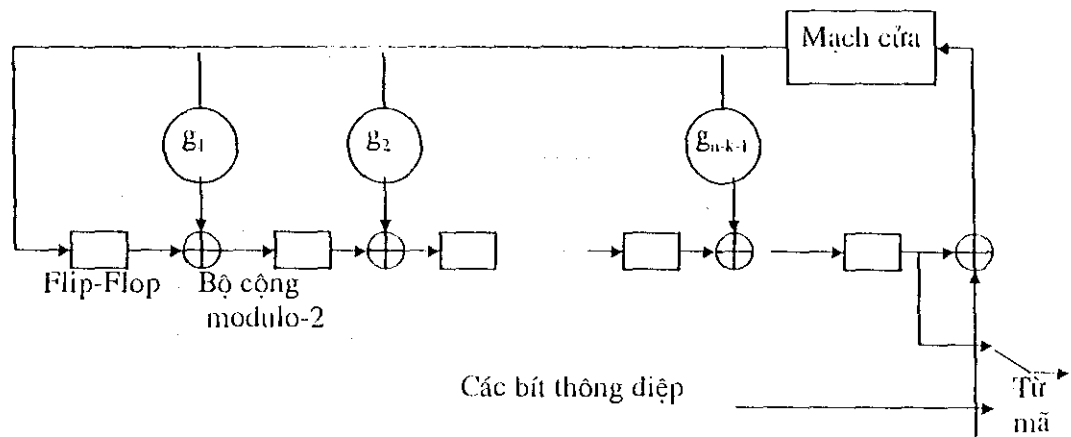
Để kiến tạo ma trận kiểm tra chẵn lẻ của mã vòng từ đa thức kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$, ta thành lập hàm thuận nghịch của đa thức kiểm tra chẵn lẻ theo định nghĩa sau :

$$\begin{aligned} X^k h(X^{-1}) &= X^k (1 + \sum_{i=1}^{k-1} h_i X^{-i} + X^k) \\ &= 1 + \sum_{i=1}^{k-1} h_{k-i} X^i + X^k \end{aligned} \quad (1.43)$$

đây cũng là một thừa số của $X^n + 1$. n bộ thuộc về $(n-k)$ đa thức $X^k h(X^{-1}), X^{k+1}h(X^{-1}), \dots, X^{n-1}h(X^{-1})$ có thể được dùng như các hàng của ma trận kiểm tra chẵn lẻ H kích thước $(n-k) \times n$.

1.4.5 Bộ lập mã cho các mã vòng

Phần 1.4.2 đã nêu lên 3 bước của thủ tục lập mã cho một mã vòng (n,k) dưới dạng có hệ thống. Thủ tục này có thể thực hiện bằng cách dùng bộ lập mã minh hoạ trong hình 1.7 bao gồm một bộ ghi dịch phản hồi tuyến tính với $(n-k)$ tầng.



Hình 1.7 : Bộ lập mã cho một mã vòng (n,k).

Các flip - flop là các phần tử trễ đơn vị chúng kết nối vào nhau tạo nên bộ ghi dịch. Các bộ cộng thực hiện phép cộng modulo-2 các giá trị đầu vào tương ứng của chúng. Các bộ nhân g_i thực hiện nhân các đầu vào tương ứng của chúng với các hệ số liên kết. Có hai trường hợp đối với g_i là : nếu $g_i = 1$ thì bộ nhân chỉ là một " liên kết nối " trực tiếp, nếu $g_i = 0$ thì bộ nhân là " không nối " hay " hở mạch " .

Hoạt động của bộ lập mã đã chỉ ra trong hình 1.7 diễn ra như sau :

1. Mạch cửa được nối mạch. Vì vậy k bit thông điệp được dịch vào kênh. Ngay sau khi k bit thông điệp đã vào trong bộ ghi dịch, (n-k) bit kết quả trong bộ ghi dịch tạo thành các bit chẵn lẻ. Các bit chẵn lẻ này chính là các hệ số của số dư b(X).
2. Mạch cửa được ngắt, do vậy ngắt những liên kết phản hồi.
3. Nội dung của bộ ghi dịch được dịch đi vào kênh.

1.4.6 Tính vector chẩn đoán

Giả thiết rằng từ mã ($c_0, c_1, \dots, c_{n-1}$) được truyền đi trên một kênh có nhiễu, dẫn đến phía thu thu được từ mã nhận ($r_0, r_1, \dots, r_{n-1}$) . Như đã biết trong phần 1.3 , thủ tục đầu tiên trong việc giải mã một mã khối tuyến tính là tính toán vector chẩn đoán s đối với từ mã đã nhận được. Nếu vector $s = 0$ thì không có lỗi truyền dẫn trong từ mã nhận. Nếu vector $s \neq 0$ thì trong từ mã nhận có chứa đựng những lỗi truyền dẫn cần phải được sửa.

Trong trường hợp một mã vòng ở dạng có hệ thống, vector chẩn đoán có thể được tính toán theo cách sau. Cho từ mã nhận được được biểu diễn bằng một đa thức bậc n-1 hay thấp hơn như sau :

$$r(X) = r_0 + r_1X^1 + \dots + r_{n-1}X^{n-1} \quad (1.44)$$

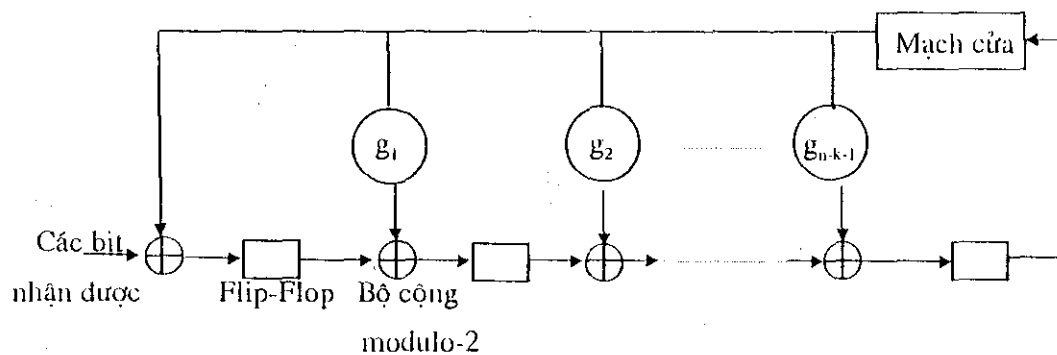
cho $q(X)$ ký hiệu thương và $s(X)$ ký hiệu số dư mà chúng là những kết quả của việc chia đa thức $r(X)$ cho đa thức sinh $g(X)$. Do vậy, ta có thể biểu diễn $r(X)$ như sau :

$$r(X) = q(X)g(X) + s(X) \quad (1.45)$$

số dư $S(X)$ là đa thức bậc $n-k-1$ hay nhỏ hơn. Đa thức $s(X)$ này được gọi là *đa thức chẩn đoán* bởi vì các hệ số của nó cấu thành vector chẩn đoán $s(n-k) \times 1$. Sơ đồ bộ tính toán vector chẩn đoán được đưa ra trên hình 1.8. Trong sơ đồ này, các bit nhận được được đưa vào $(n-k)$ tầng của bộ ghi dịch có phản hồi từ phía bên trái. Ngay sau khi các bit thu đã được dịch vào trong bộ ghi dịch, nội dung trong các thanh ghi của bộ ghi dịch xác định vector chẩn đoán s .

Đa thức chẩn đoán có những tính chất sau :

- (1) Vector chẩn đoán của một đa thức từ mã nhận được cũng là vector chẩn đoán của đa thức lỗi tương ứng.
- (2) Cho $s(X)$ là đa thức chẩn đoán của một đa thức từ mã nhận được $r(X)$. Khi đó vector chẩn đoán của $Xr(X)$ - một phép dịch vòng của $r(X)$, là $Xs(X)$
- (3) Đa thức chẩn đoán $s(X)$ là đồng nhất với đa thức lỗi $e(X)$.



Hình 1.8 : Bộ tính toán vector chẩn đoán.

Như vậy, theo tính chất 3, đa thức lỗi $e(X)$ và đa thức chẩn đoán $s(X)$ là một và giống nhau. Do đó, việc sửa lỗi có thể được hoàn thành một cách đơn giản bằng việc cộng đa thức chẩn đoán $s(X)$ vào đa thức từ mã nhận được $r(X)$.

1.4.7 Ví dụ về mã vòng

Để minh họa những vấn đề liên quan đến sự biểu diễn đa thức của các mã vòng, ta xét việc tạo ra một mã vòng $(7,4)$. Với chiều dài khối $n = 7$, ta bắt đầu bằng việc phân tích đa thức $X^7 + 1$ thành ba đa thức tối giản :

$$X^7 + 1 = (1 + X)(1 + X^2 + X^3)(1 + X + X^3)$$

theo phần 1.4.2, ta có thể lấy :

$$g(X) = 1 + X + X^3$$

là một đa thức sinh với bậc của nó bằng số bit chẵn lẻ. Điều này có nghĩa rằng, ma trận kiểm tra chẵn lẻ được cho bởi :

$$\begin{aligned} h(X) &= (1 + X)(1 + X^2 + X^3) \\ &= 1 + X + X^2 + X^4 \end{aligned}$$

với bậc của nó bằng số các bit thông điệp, $k=4$.

Thủ tục kiến tạo một từ mã được minh hoạ bằng việc sử dụng đa thức sinh này để lập mã cho dãy thông điệp 1001. Ma trận thông điệp tương ứng được cho bởi :

$$m(X) = 1 + X^3$$

Do đó, việc nhân $m(X)$ với $X^{n-k} = X^3$ sẽ nhận được :

$$X^{n-k}m(X) = X^3 + X^6$$

Bước 2 là chia $X^{n-k}m(X)$ cho $g(X)$

$$\begin{array}{r} X^3 + X \\ X^3 + X + 1 \overline{) X^6 + X^3} \\ \underline{X^6 + X^4 + X^3} \\ X^4 \\ \underline{X^4 + X^2 + X} \\ X^2 + X \end{array}$$

do vậy, ta có thể viết

$$\frac{X^3 + X^6}{1 + X + X^3} = X + X^3 + \frac{X + X^2}{1 + X + X^3}$$

Nghĩa là, ta nhận được thương $a(X)$ và số dư $b(X)$, trong đó :

$$\begin{aligned} a(X) &= X + X^3 \\ b(X) &= X + X^2 \end{aligned}$$

Vì vậy, từ (1.38) ta tìm được đa thức mã là :

$$\begin{aligned} c(X) &= b(X) + X^{n-k}m(X) \\ &= X + X^2 + X^3 + X^6 \end{aligned}$$

Do vậy, từ mã tìm được là 0111001. Bốn bit bên phải (1001) chính là các bit thông điệp đã cho. Ba bit bên trái nhất (011) là các bit kiểm tra chẵn lẻ.

Tiếp theo ta sẽ chỉ ra rằng đa thức sinh $g(X)$ và đã kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$ xác định một cách duy nhất ma trận sinh G và ma trận kiểm tra chẵn lẻ H .

Để kiến tạo ma trận sinh G 4×7 , ta sử dụng bốn đa thức $g(X)$ và ba phiên bản đã dịch vòng của nó như sau :

$$g(X) = 1 + X + X^3$$

$$Xg(X) = X + X^2 + X^4$$

$$X^2g(X) = X^2 + X^3 + X^5$$

$$X^3g(X) = X^3 + X^4 + X^6$$

Các đa thức này biểu diễn các đa thức mã trong mã Hamming (7,4). Nếu các hệ số của các đa thức này được sử dụng như là các phần tử của các hàng của một ma trận 4×7 , ta nhận được ma trận sinh sau đây :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Ma trận sinh đã kiến trúc như trên không ở dạng có hệ thống. Ta có thể đưa nó về dạng có hệ thống bằng cách biến đổi ma trận như sau : cộng hàng thứ nhất vào hàng thứ ba và cộng tổng của hai hàng đầu tiên vào hàng thứ tư. Ta nhận được một ma trận ở dạng có hệ thống :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_p \quad \underbrace{\hspace{1.5cm}}_{I_4}$

Để kiến tạo ma trận kiểm tra chẵn lẻ H 3×7 từ đa thức kiểm tra chẵn lẻ $h(X)$, bước đầu tiên ta lấy giá trị nghịch đảo của $h(X)$, cụ thể là $X^4h(X^{-1})$. Từ đó hình thành ba đa thức được biểu diễn bởi $X^4h(X^{-1})$ và hai phiên bản dịch của nó như sau :

$$X^4h(X^{-1}) = 1 + X^2 + X^3 + X^4$$

$$X^5h(X^{-1}) = X + X^3 + X^4 + X^5$$

$$X^6h(X^{-1}) = X^2 + X^4 + X^5 + X^6$$

Sử dụng các hệ số của đa thức này như là các phần tử của các hàng của ma trận kiểm tra chẵn lẻ (theo 1.4.4), ta được :

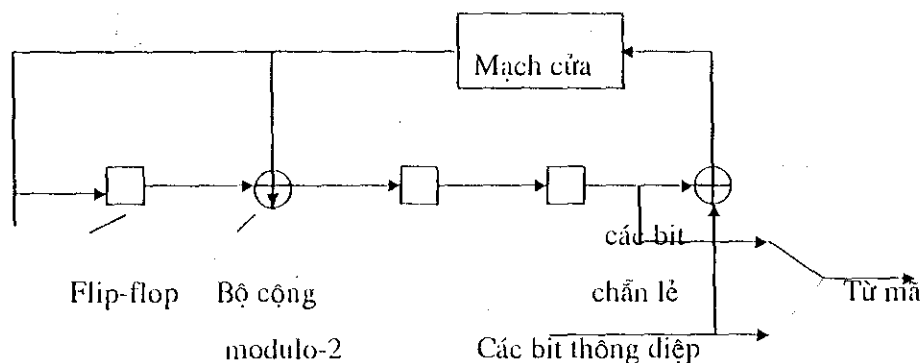
$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Ở đây, ta lại thấy rằng ma trận H không phải ở dạng có hệ thống. Để đưa nó về dạng có hệ thống, ta cộng hàng thứ ba vào hàng thứ nhất để nhận được :

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$\underbrace{\quad\quad\quad}_{I_{n-k}} \quad \quad \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{P^T}$

Hình 1.9 đưa ra sơ đồ bộ lập mã Hamming vòng (7,4) tạo bởi đa thức sinh $g(X) = 1 + X + X^3$. Để minh họa hoạt động của bộ lập mã này, xét dãy thông điệp (1001). Nội dung của bộ ghi dịch được thay đổi theo các bit thông điệp đến như được đưa ra trong bảng 1.1. Sau bốn lần dịch, các nội dung của bộ ghi dịch, nghĩa là các bit chẵn lẻ, là (011). Do vậy, gán những bit chẵn lẻ này vào các bit thông điệp (1001) ta được từ mã (011 1001).

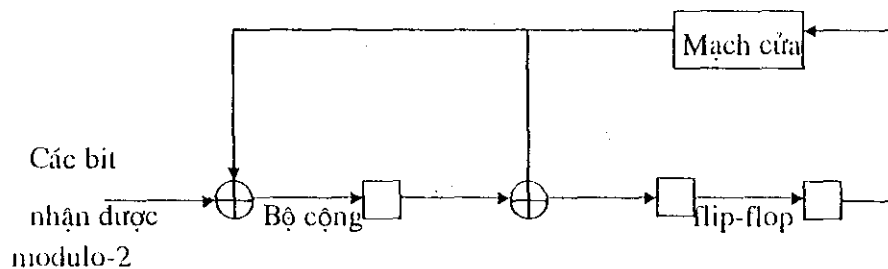


Hình 1.9 : Bộ lập mã cho mã vòng (7,4) tạo bởi $g(X) = 1 + X + X^3$

**Bảng 1.1 : Những nội dung của bộ ghi dịch trong bộ lập
mã hình 1.9 đối với dãy thông điệp (1001)**

Bước dịch	Đầu vào	Nội dung thanh ghi
		000 (trạng thái ban đầu)
1	1	110
2	0	011
3	0	111
4	1	011

Hình 1.10 đưa ra sơ đồ bộ tính toán vector chẩn đoán tương ứng đối với mã vòng (7,4). Cho từ mã phát đi là (011 1001) và từ mã nhận được là (0110001) ; nghĩa là bit ở giữa bị lỗi. Các bit nhận được đưa vào bộ ghi dịch với trạng thái ban đầu là 0. Nội dung của các thanh ghi của bộ ghi dịch sau mỗi bước dịch được đưa ra trong bảng 1.2.



**Hình 10 Bộ tính toán vector chẩn đoán cho mã vòng (7,4)
tạo bởi đa thức sinh $g(X) = 1 + X + X^3$.**

**Bảng 1.2 : Những nội dung thanh ghi của bộ tính toán vector
chẩn đoán trong hình 1.10 đối với từ mã nhận được 0110001**

Bước dịch	Đầu vào	Nội dung thanh ghi
		000 (trạng thái ban đầu)
1	1	100
2	0	010
3	0	001
4	0	110
5	1	111
6	1	001
7	0	110

Bảng 1.3 đưa ra bảng giải mã đối với mã vòng (7,4) được tính toán phù hợp với phương trình (1.20).

Bảng 1.3 : Bảng giải mã đối với mã vòng (7,4)

Vectơ chẩn đoán	Mẫu lỗi
000	0000000
100	1000000
010	0100000
001	0010000
110	0001000
011	0000100
111	0000010
101	0000001

Sau bảy bước dịch, vectơ chẩn đoán nhận được từ nội dung của các thanh ghi trong bộ ghi dịch 110. Theo bảng 1.3, mẫu lỗi tương ứng với vectơ chẩn đoán $s=110$ là $e = 0001000$. Mẫu lỗi này thông báo rằng lỗi xảy ra ở bit giữa của từ mã nhận được. Do đó, $c = r + e$

$$= 0110001 + 0001000$$

$$= 0111001.$$

1.4.8 Mã CRC

Mã vòng được thiết kế để dùng một cách có hiệu quả trong việc phát hiện ra nhiều tổ hợp lỗi có thể có trong các từ mã nhận được. Trong đó, các mạch lập mã và phân tích lỗi được thiết kế và thực hiện một cách chặt chẽ. Với những lý do đó, tất cả những mã phân tích lỗi khả dĩ đã dùng trong thực tế là loại mã vòng.

Một mã vòng được dùng để phát hiện lỗi được gọi là mã CRC (Cyclic Redundancy Check code - mã kiểm tra số dư vòng). Bảng 1.4 đưa ra các đa thức sinh của ba mã CRC mà chúng đã trở thành những tiêu chuẩn quốc tế.

Bảng 1.4 : Các mã CRC

Mã	Đa thức sinh, $g(X)$	n-k
CRC - 12	$1 + X + X^2 + X^3 + X^{11} + X^{12}$	12
CRC - 16	$1 + X^2 + X^{15} + X^{16}$	16
CRC - CCITT	$1 + X^5 + X^{12} + X^{16}$	16

Một burst lỗi có độ dài B trong một từ nhận được n bit được định nghĩa là một dãy liên tiếp B bit trong đó bit thứ nhất và bit cuối cùng (với số các bit trung gian bất kỳ) nhận được bị lỗi. Các mã CRC (n,k) nhị phân có khả năng phát hiện những mẫu lỗi sau :

1. Tất cả những burst lỗi có độ dài $n-k$ hoặc nhỏ hơn.
2. Phần phân số của các burst lỗi có độ dài bằng $n-k+1$; phần phân số bằng $1 - 2^{-(n-k-1)}$.
3. Phần phân số của các burst lỗi có độ dài lớn hơn $n-k+1$; phần phân số bằng $1 - 2^{-(n-k-1)}$.
4. Tất cả các tổ hợp của $d_{\min} - 1$ lỗi.
5. Tất cả các mẫu lỗi với một số lẻ các lỗi nếu đa thức sinh $g(X)$ cho mã có một số chẵn các hệ số khác 0.

2. ĐIỀU KHIỂN LỖI TIÊU ĐỀ CỦA CÁC TẾ BÀO ATM

2.1 Khái quát chung

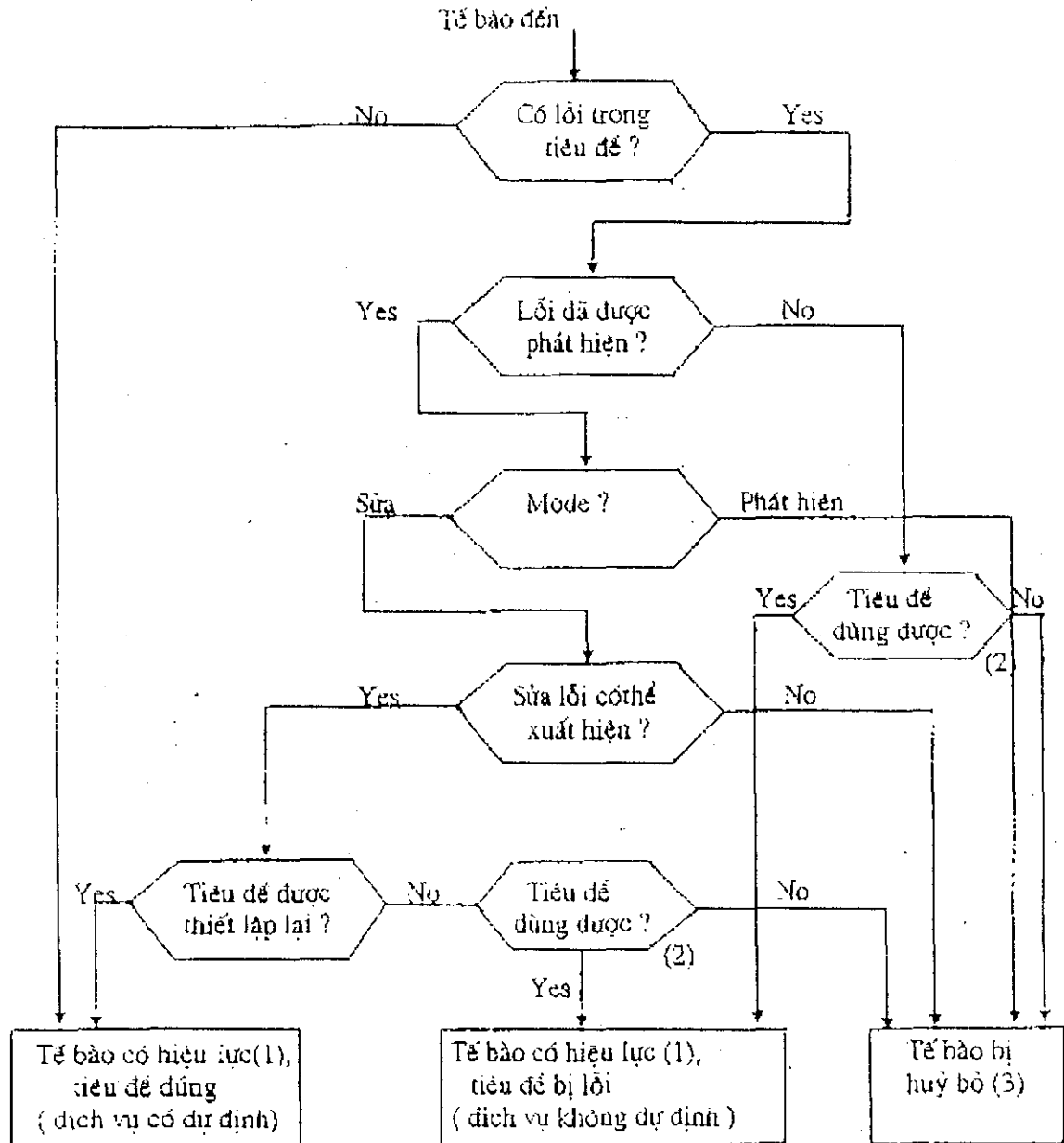
Những nội dung tổng quát của vấn đề điều khiển lỗi tiêu đề của các tế bào ATM đã được đề cập trong phần 2.4.3. Việc điều khiển lỗi tiêu đề được thực hiện sau mỗi chặng liên kết trong mạng ATM, ở lớp vật lý. Trong đó, thực hiện những nội dung sau :

- Phát hiện lỗi trong tiêu đề tế bào ATM (bao gồm các lỗi đơn bit và các lỗi đa bit hay burst lỗi).
- Sửa các tiêu đề tế bào với các lỗi đơn bit, huỷ các tế bào với các lỗi đa bit được phát hiện trong tiêu đề tế bào.
- Điều khiển phía phát phát lại các tế bào đã bị huỷ ở phía thu theo cơ chế ARQ.

Cấu trúc tiêu đề tế bào ATM đã được đưa ra trong phần 2.4.4. Cấu trúc này khác nhau ở các giao diện UNI và NNI , nhưng các thủ tục điều khiển lỗi tiêu đề ở UNI và NNI là tương tự nhau. Thủ tục này (bao gồm phát hiện lỗi và sửa sai) được thể hiện như sau :

- (1) Ở phía phát thực hiện tính toán giá trị mã điều khiển lỗi tiêu đề (mã HEC) dựa trên những nội dung của số liệu cần phát ở trong 4 octet (32 bit) đầu tiên của tiêu đề tế bào. Giá trị mã HEC là số dư của phép chia modulo - 2 của một đa thức tạo bởi X^8 nhân với nội dung của 4 octet đầu tiên của tiêu đề tế bào (trừ trường HEC) cho đa thức sinh $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$.
- (2) Phía phát chèn giá trị mã HEC vào trường HEC (octet thứ 5) của tiêu đề tế bào ATM.
- (3) Phía thu áp dụng thuật toán chia đa thức mã nhận được cho đa thức sinh $g(X)$. Nếu số dư của phép chia này bằng 0 thì có nghĩa là không có lỗi trong tiêu đề tế bào ATM đã nhận được. Nếu số dư của phép chia khác 0, thì trong trường hợp này đã xuất hiện lỗi trong tiêu đề tế bào ATM đã nhận được.
- (4) Sửa các lỗi đơn bit trong tiêu đề tế bào ATM theo một thuật toán riêng biệt. Trong trường hợp phát hiện được lỗi đa bit trong tiêu đề tế bào ATM nào đó, thì tế bào đó sẽ bị huỷ và được yêu cầu truyền lại bởi phía phát bằng một thủ tục điều khiển yêu cầu phát lại tự động ARQ (Automatic Repeat Request).

Hoạt động của máy thu về điều khiển lỗi với hai mode hoạt động (mode sửa lỗi và mode phát hiện lỗi) được biểu diễn thông qua lưu đồ hình 2.1 sau :



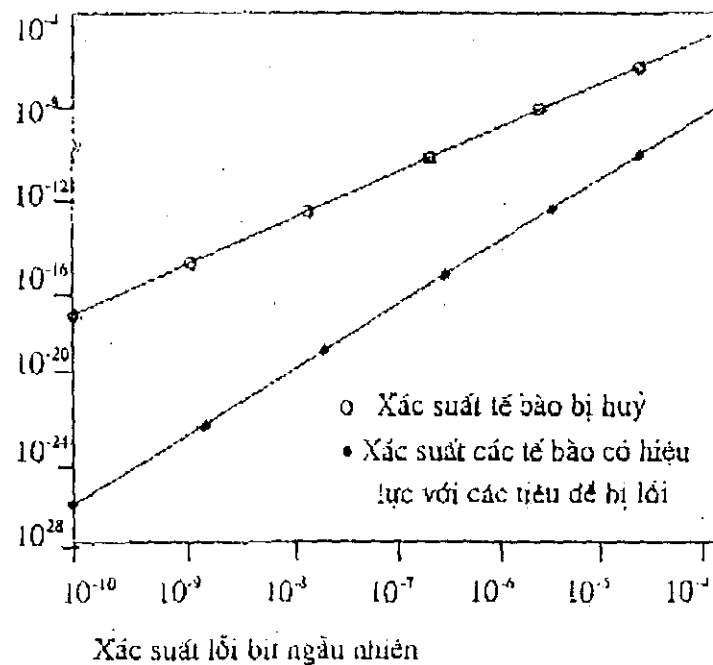
Hình 2.1 : Lưu đồ xử lý lỗi tiêu đề tế bào ATM tại máy thu

Thuật toán HEC tại máy thu hoạt động như sau : Ban đầu thuật toán sửa lỗi của máy thu được ngấm định để sửa lỗi đơn bit. Với mỗi tế bào nhận được, việc kiểm tra tiêu đề tế bào được tiến hành. Khi mà không lỗi nào được phát hiện, máy thu vẫn duy trì ở mode sửa lỗi. Khi một lỗi được phát hiện, máy thu sẽ sửa lỗi nếu đó là lỗi đơn bit hoặc sẽ phát hiện ra rằng một lỗi đa bit đã xuất hiện. Trong mỗi trường hợp như vậy, máy thu sau đó chuyển sang mode phát hiện lỗi. Trong mode này, máy thu không thực hiện sửa lỗi. Nguyên nhân của sự chuyển trạng thái này là để nhận ra một burst nhiều hay một dãy các lỗi. Khi phát hiện

ra lỗi đa bit trong tế bào như vậy, máy thu sẽ thực hiện huỷ bỏ tế bào đó. Máy thu duy trì ở mode phát hiện lỗi cho đến khi các tế bào bị lỗi được nhận. Khi một tiêu đề được kiểm tra và phát hiện thấy không bị lỗi, máy thu sẽ chuyển trở về mode sửa lỗi.

Hoạt động của máy thu được chọn có chú ý tới đặc tính lỗi của các hệ thống truyền dẫn bằng cáp quang. Các hệ thống này biểu lộ một hỗn hợp các lỗi bit đơn và các burst lỗi lớn có liên quan. cơ chế HEC đảm bảo khôi phục lại tế bào từ các lỗi đơn bit và đưa ra các tế bào với các tiêu đề bị lỗi dưới các điều kiện lỗi burst với một xác suất thấp.

Đặc tuyến của cơ chế HEC như một hàm của xác suất lỗi bit được đưa ra trên hình 2.2

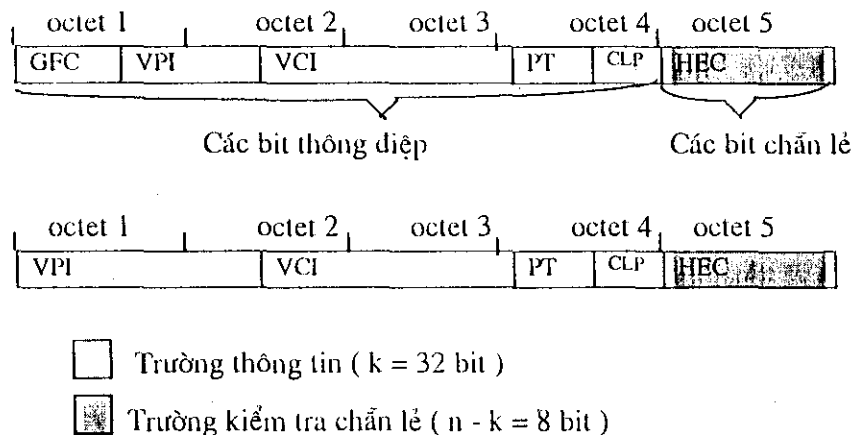


Hình 2.2 : Đặc tuyến HEC .

2.2 Thủ tục phát hiện lỗi và sửa sai áp dụng cho tiêu đề tế bào ATM

Những nội dung tổng quát về thủ tục tạo mã HEC, tạo tiêu đề tế bào ATM, và hoạt động của máy thu để phát hiện và sửa lỗi đơn bit, huỷ bỏ tế bào với các lỗi đa bit trong tiêu đề tế bào đã được trình bày trong phần 2.1. Sau đây, dựa trên lý thuyết mã hoá điều khiển lỗi, ta xét thủ tục phát hiện lỗi và sửa sai áp dụng cho tiêu đề tế bào ATM.

Cấu trúc tiêu đề của tế bào ATM tại UNI và NNI của B-ISDN có thể được minh họa lại trên hình 2.3. Cấu trúc này tương tự khuôn dạng của một từ mã của một mã khối tuyến tính hay một mã vòng (xem hình 1.4). Do vậy mã tiêu đề tế bào ATM chính là một mã vòng (n,k) , trong đó $n = 40$ - là số bit của 5 octet tiêu đề của tế bào ATM và $k = 32$ - là số bit của 4 octet (các trường thông tin) đầu tiên của tế bào ATM. Do đó, $n - k = 8$ bit chẵn lẻ dành cho trường HEC (octet thứ 5 của tiêu đề tế bào). Những nội dung về lý thuyết mã hoá điều khiển lỗi đối với một mã vòng (n,k) đã trình bày trong chương 6 hoàn toàn có thể được áp dụng trong điều khiển lỗi tiêu đề của tế bào ATM.



Hình 2.3 : Cấu trúc tiêu đề tế bào ATM tại UNI (a) và NNI (b)

2.2.1 Thủ tục tạo tiêu đề tế bào ATM

Các bit thông điệp trong trường thông tin của tế bào ATM (xem hình 2.3) có thể được biểu diễn bằng một đa thức thông điệp $m(X)$ (theo công thức 1.36). Khi đó, thủ tục tạo tiêu đề tế bào ATM như đã đưa ra trong phần 2.1 cũng phù hợp với thủ tục lập mã đối với một mã vòng (n,k) như đã trình bày trong phần 1.4.2. Thủ tục này gồm ba bước cụ thể như sau :

1. Nhân đa thức thông điệp $m(X)$ với $X^{n-k} = X^8$
2. Chia $X^{n-k}m(X) = X^8m(X)$ cho đa thức sinh $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$, ta nhận được số dư $b(X)$ ($b(X)$ được định nghĩa theo công thức 1.37) :

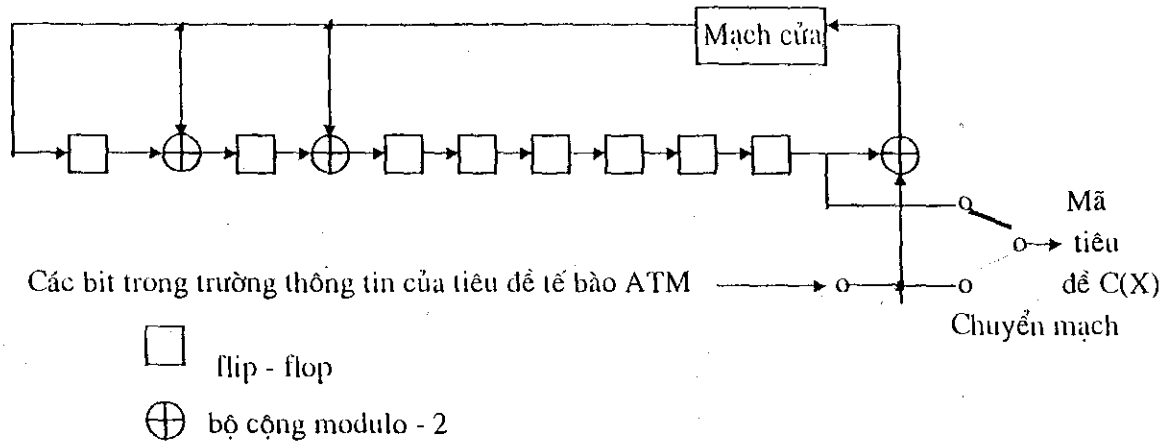
$$b(X) = b_0 + b_1X + \dots + b_7X^7$$

3. Cộng $b(X)$ với $X^{n-k}m(X) = X^8m(X)$ ta nhận được đa thức mã $c(X)$:

$$c(X) = b(X) + X^8m(X)$$

Như vậy số dư $b(X)$ chính là đa thức biểu diễn giá trị mã HEC, và đa thức mã $c(X)$ biểu diễn mã tiêu đề của tế bào ATM.

Sơ đồ thực hiện thủ tục tạo tiêu đề của tế bào ATM tại máy phát có dạng tổng quát như đã minh họa trong hình 1.2. Trong trường hợp với đa thức sinh đã nêu trên $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$, sơ đồ này có dạng như trong hình 2.4



Hình 2.4 : Bộ tạo mã tiêu đề tế bào ATM tạo bởi đa thức sinh $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$

2.2.2 Thủ tục phát hiện lỗi và sửa lỗi đơn

Ở đây thủ tục giải mã đối với mã vòng (n,k) có thể được áp dụng cho phát hiện và sửa lỗi đơn trong tiêu đề tế bào ATM. Thủ tục này có thể bao gồm các bước sau :

1. Lập bảng giải mã $s(X) - e(X)$. Trong đó, $s(X)$ là đa thức chẩn đoán, $e(X)$ là đa thức lỗi.

Vì $n-k-1 = 7$ nên bậc của đa thức $s(X)$ là 2. Số mẫu lỗi đơn bit có thể có là 40 vì $n=40$. Theo tính chất của đa thức $s(X)$ (xem phần 1.4.6), $s(X)$ của một đa thức mã nhận được $r(X)$ cũng là $s(X)$ của đa thức lỗi $e(X)$ tương ứng. Do vậy, đa thức chẩn đoán $s(X)$ là số dư của phép chia đa thức lỗi $e(X)$ cho đa thức sinh $g(X)$. Từ đó, đối với mỗi mẫu lỗi đơn bit, ta tính được $s(X)$ tương ứng.

2. Tính toán $s(X)$ đối với mỗi đa thức mã nhận được $r(X)$ bằng cách thực hiện phép chia đa thức $r(X)$ cho đa thức sinh $g(X)$. Số dư của phép chia này chính là $s(X)$. Nếu $s(X) = 0$ thì có nghĩa là không xuất hiện lỗi trong từ mã nhận được.
3. Từ $s(X)$ nhận được trong bước 2 và căn cứ vào bảng giải mã đã tìm

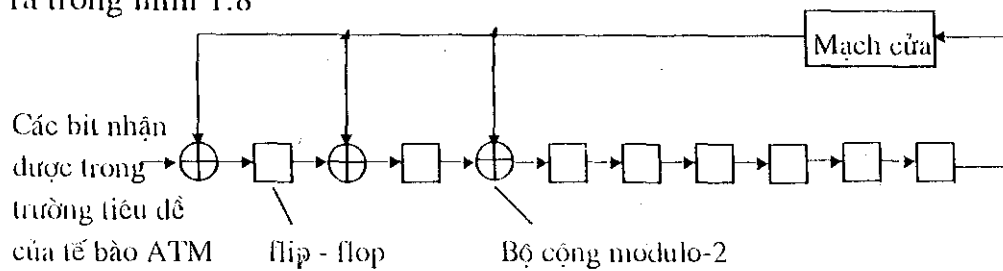
được trong bước 1, xác định được mẫu lỗi đơn bit $e(X)$ tương ứng.

4. Tính toán đa thức mã

$$c(X) = r(X) + e(X)$$

đây chính là đa thức mã ứng với vector mã nhận được sau khi đã thực hiện sửa lỗi đơn.

Hình 2.5 đưa ra sơ đồ tính toán đa thức chẩn đoán $s(X)$ với đa thức sinh $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$ trong bước 2 áp dụng cho trường hợp điều khiển lỗi tiêu đề của các tế bào ATM. Đây chính là dạng cụ thể của sơ đồ tính toán $s(X)$ tổng quát đã đưa ra trong hình 1.8



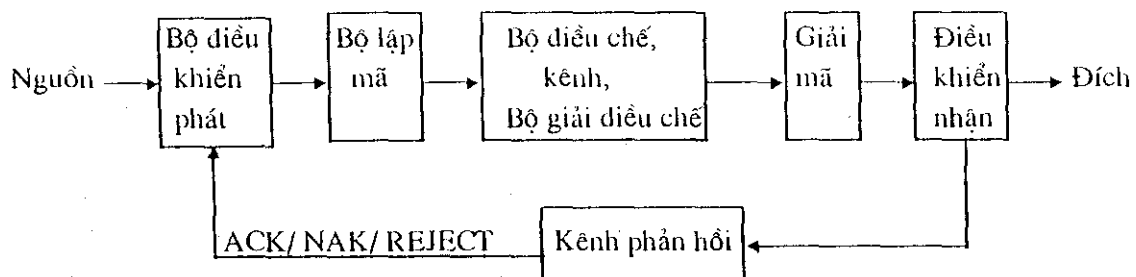
Hình 2.5 : Sơ đồ tính toán $s(X)$ cho mã vòng (40,32)

tạo bởi đa thức sinh $g(X) = X^8 + X^2 + X + 1$.

2.3 Nguyên lý ARQ

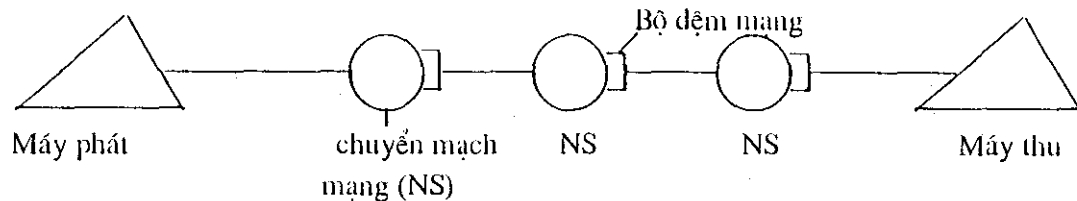
Khi có lỗi đa bit xuất hiện trong tiêu đề của tế bào ATM, máy thu sẽ huỷ tế bào đó và điều khiển máy phát lại các tế bào đã bị huỷ đó. Việc này được thực hiện thông qua thủ tục *yêu cầu phát lại tự động* viết tắt là ARQ (Automatic Repeat Request). Đây là một thủ tục hiệu quả để bảo vệ lỗi trên các kênh có lỗi phức hợp. Sơ đồ khối tổng quát của một hệ thống ARQ được minh hoạ trên hình 2.1. Hệ thống yêu cầu sử dụng một *kênh phản hồi* để yêu cầu truyền lại thông tin. Các bit đã lập mã được đưa vào một bộ điều chế để truyền đi trên kênh, và các bit nhận được được giải điều chế và giải mã. Hệ thống bao hàm các *bộ điều khiển phát và nhận* mà chúng trao đổi thông tin

Kênh rời rạc



Hình 2.6 : Sơ đồ khối của một hệ thống ARQ.

qua kênh phản hồi. Hai dạng phổ biến nhất của hệ thống ARQ là GBN (go - back - N) và OSR (One - at - a - time - selective - Retransmission). Hai dạng ARQ khác mới đưa ra là SNR và ESNR. Bốn giao thức này sẽ được xét một cách sơ lược ở các phần sau. Giả thiết rằng máy thu và máy phát có thể thông tin với nhau qua một liên kết đơn hay một cuộc nối với nhiều chuyển mạch mạng và nhiều liên kết dữ liệu. Hình 2.7 đưa ra một cuộc nối như vậy.



Hình 2.7 : Mô hình mạng tham chiếu.

2.3.1 Các giao thức SNR/ESNR

Trong giao thức này, một máy thu và một máy phát tương ứng của nó trao đổi toàn bộ thông tin "trạng thái" theo chu kỳ, không phụ thuộc vào bất kỳ sự kiện nào có thể xảy ra hay không (ví dụ : phân phát thành công một gói dữ liệu). Các PDU được nhóm lại thành các khối. Một khối được nhận một cách chính xác nếu tất cả các PDU của nó được nhận chính xác. Máy thu gửi đi một cách có chu kỳ một thông điệp trạng thái cho biết số thứ tự của khối cuối cùng đã cung cấp cho ứng dụng nào đó và một sơ đồ bit thông báo các khối có mặt trong (hoặc thất lạc khối) bộ đệm của nó. Sự có mặt của một khối được chỉ báo bằng một số 1 tại vị trí tương ứng của nó trong sơ đồ, sự vắng mặt được chỉ báo bằng 0. Sự vắng mặt của một khối có thể do một trong các PDU của nó bị mất, vẫn còn đang được chuyển tải hoặc bị thu lỗi từ mạng. Thông điệp trạng thái cũng được sử dụng để cập nhập sự đếm khối báo nhận và quay cửa sổ (rotate the window). Việc sử dụng các khối sẽ làm giảm công việc xử lý và giữ cho chiều dài của sơ đồ bit nhỏ thậm trí ở cả những tốc độ cao. Do vậy, hai ý tưởng then chốt trong giao thức SNR là truyền toàn bộ thông tin trạng thái theo chu kỳ và tạo những quyết định truyền lại về các khối PDU chứ không phải là các PDU riêng rẽ. Điều này giúp làm giảm việc xử lý overhead và tạo điều kiện cho việc xử lý song song đối với sự nâng cấp chỉ tiêu kỹ thuật. Một SNR nâng cấp được gọi là ESNR, nó sử dụng hai cửa sổ : một cửa sổ để điều khiển luồng máy thu, và cửa sổ kia được

dùng cho điều khiển tắc nghẽn mạng. Bộ tạo dạng sẽ định số các khối có thể có ở trong bộ đệm máy thu tại bất kỳ thời điểm đã cho nào. Bằng cách định kích thước bộ đệm máy thu với cửa sổ này, sự tràn bộ đệm tại máy thu có thể được loại trừ. Cửa sổ thứ hai sẽ định số các khối mà nó có thể có trong mạng xen vào tại bất kỳ thời điểm đã cho nào, do đó giúp cho nó có chức năng điều khiển tắc nghẽn và định kích thước bộ đệm, có thể loại trừ sự tràn bộ đệm mạng.

2.3.2 Giao thức GBN

Trong giao thức go - back - N (GBN), để điều khiển luồng và khôi phục số liệu, sử dụng một cửa sổ đơn để định số các PDU không báo nhận. Thông thường, mỗi PDU đã được nhận đúng và theo trình tự kế tiếp nhau sẽ được báo nhận bởi ACK (acknowledgment) từ máy thu tới máy phát. Khi một PDU đã nhận bị lỗi hoặc đã nhận không đúng trình tự (không kế tiếp nhau) sẽ bị loại bỏ. Sự kiện này sẽ tạo ra một thông báo NAK (Negative Acknowledgment) cho biết số thứ tự của PDU cuối cùng đã nhận đúng và theo đúng trình tự. Khi máy phát hiện được nhận thông báo NAK này, sẽ bắt đầu truyền lại các PDU bắt đầu từ PDU thứ nhất sau PDU đã báo nhận trong thông báo NAK. Kích thước cửa sổ sẽ định số các PDU được truyền (rất nhiều trong số chúng có thể đã được nhận đúng ngay trong lần đầu tiên và có thể bị huỷ bỏ do nhận không theo trình tự). Cửa sổ cũng giới hạn số các PDU trong bộ đệm máy thu tại bất kỳ thời điểm đã cho nào. Do vậy cửa sổ ở đây phục vụ cho hai mục đích: điều khiển luồng nhận và giới hạn số các PDU được truyền lại. Nó cũng hạn chế số các PDU trong mạng, do đó giúp cho việc định kích thước bộ đệm mạng.

Giả thiết rằng trạm A đang gửi đi các PDU tới trạm B (xem hình 2.8). A thiết lập một bộ định thời báo nhận đối với PDU vừa được phát đi. Kỹ thuật GBN chú ý tới những nhóm con sau:

1. PDU bị hỏng. Có ba trường hợp con:

- (a) A truyền đi PDU i . B phát hiện ra một lỗi và PDU $(i-1)$ được nhận một cách thành công trước đó. B sẽ gửi đi một NAK i , nó chỉ báo rằng khung i bị loại ra. Khi A nhận được NAK này, nó cần phải truyền lại PDU i và tất cả những PDU sau đó mà nó đã truyền.
- (b) PDU i bị mất trong quá trình truyền. A sau đó truyền đi PDU $(i+1)$. B nhận PDU $(i+1)$ không đúng thứ tự, và sẽ gửi đi một NAK i .

- (c) PDU i bị mất trong lúc truyền và A chưa kịp truyền đi các PDU bổ xung. B không nhận được gì cả và không gửi đi một ACK hoặc một NAK. A sẽ ngừng và truyền lại PDU i .

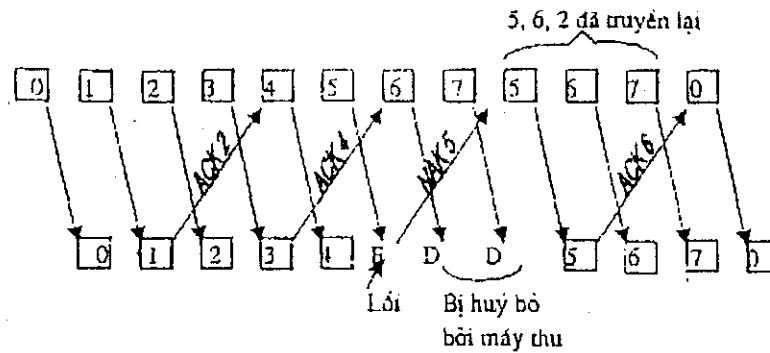
2. ACK bị hỏng. Có hai trường hợp nhỏ :

- (a) B nhận PDU i và gửi đi ACK ($i+1+$ mà nó bị mất trong lúc truyền. Khi các ACK là tích lũy (ví dụ : ACK 6 có nghĩa là tất cả các PDU tới 5 được báo nhận), thì có thể A sẽ nhận một ACK theo sau một PDU tiếp theo mà nó sẽ làm công việc của ACK đa mất trước khi bộ định thời có liên quan kết thúc.
- (b) Nếu bộ định thời của kết thúc, thì A truyền lại PDU i tất cả các PDU theo sau.

3. NAK bị hỏng. Nếu một NAK bị mất, A cuối cùng sẽ dừng tại PDU có liên quan và truyền lại PDU đó và tất cả các PDU tiếp theo.

Hình 2.8 minh họa luồng PDU trong GBN ARQ trên một đường song công với giả thiết sử dụng số thứ tự 3 bit.

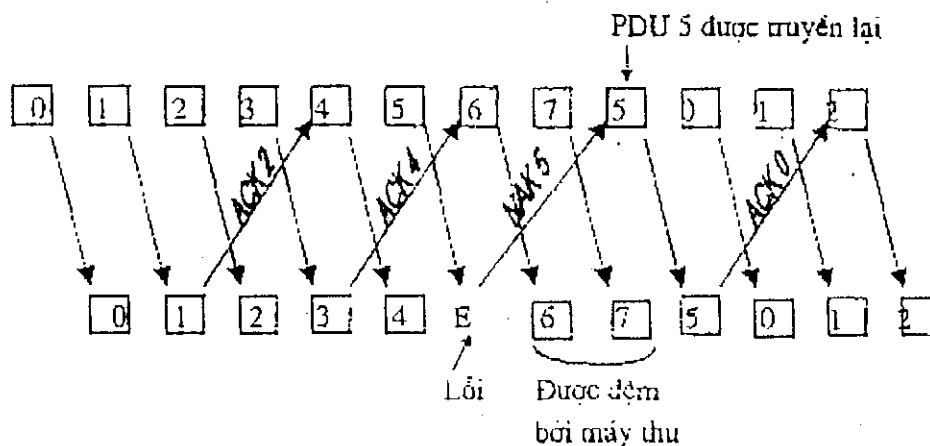
Đối với một trường số thứ tự k bit mà nó cung cấp một phạm vi số thứ tự là 2^k , kích thước cửa sổ cực đại sẽ là $2^k - 1$. Điều này cần được thực hiện trong sự tương tác giữa điều khiển lỗi và báo nhận. Giả thiết rằng số liệu được trao đổi theo cả hai hướng, trạm B cần phải gửi đi một tín hiệu báo nhận tới các PDU của trạm A trong các PDU số liệu đang được truyền bởi B, dù là ACK đã hoàn toàn được truyền. Điều này được thực hiện bởi vì B cần phải đưa số thứ tự nào đó vào trong trường báo nhận của các PDU số liệu của nó. Ví dụ, với một kích thước số thứ tự 3 bit, giả sử một trạm gửi đi PDU 0 và nhận lại một ACK 1, và sau đó lại gửi đi các PDU 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0 và nhận lại một ACK 1 khác. Điều này có thể có nghĩa là tất cả 8 PDU đã được nhận một cách chính xác và ACK 1 là một báo nhận tích lũy. Nó cũng có thể có nghĩa rằng, tất cả 8 PDU đã bị hỏng trong khi truyền dẫn, và trạm nhận đang lặp lại ACK 1 trước đó của nó. Sự nhầm lẫn này có thể tránh được nếu kích thước cửa sổ cực đại được giới hạn là $7 (= 2^3 - 1)$.



Hình 2.8 : Go - back - N ARQ

2.3.3 Giao thức OSR

Trong giao thức OSR, máy thu hoạt động như trong giao thức GBN cho đến khi mà các PDU được nhận đúng và theo đúng thứ tự kế tiếp nhau. Các PDU sau đó nếu đã nhận đúng sẽ được lưu lại trong bộ đệm máy thu nhưng không báo nhận. Thông qua một NAK (NAK lựa chọn) hoặc thông qua khoảng thời gian dừng, máy phát phát hiện PDU mất, truyền lại nó, và sau đó chờ báo nhận và quay lại cửa sổ. Nếu có nhiều hơn một PDU bị mất, thì mỗi PDU mất sẽ yêu cầu một lượng trễ cho việc truyền lại và báo nhận.



Hình 2.9 : OSR ARQ

Hình 2.9 minh họa một ví dụ về hoạt động của giao thức OSR với thứ tự mẫu lỗi tương tự như trong hình 2.8. Rõ ràng rằng hoạt động theo phương pháp OSR sẽ hiệu quả hơn so với phương pháp GBN vì nó tối thiểu hoá lượng PDU cần truyền lại. Mặt khác, máy thu cũng cần một bộ nhớ để thu giữ các PDU sau NAK (ví dụ như các PDU 6 và 7 trong hình 2.9) cho đến khi PDU lỗi được truyền lại, và máy thu cũng bao gồm một mạch logic để chen lại PDU đó vào đúng thứ tự phù hợp. Máy phát cũng sẽ đòi hỏi một mạch logic phức tạp hơn để có thể truyền đi các PDU không theo thứ tự.

BẢNG CHÚ GIẢI

CÁC TỪ VIẾT TẮT TIẾNG ANH

ACK	Acknowledgement	Chấp nhận
ARQ	Automatic Repeat Request	Tự động yêu cầu phát lại
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Công nghệ truyền tải không đồng bộ
AWGN	Additive White Gaussian Noise	Nhiều tạp âm trắng
B-ISDN	Broadband Intergrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ băng rộng
BSC	Binary Symmetric Channel	Kênh nhị phân đối xứng
CRC	Cyclic Redundancy Check	Mã vòng
FEC	Forward Error Correction	Sửa lỗi hướng đi
FCS	Frame Check Sequence	Thứ tự kiểm tra khung
GBN	Go back N	
HEC	Header Error Correction	Sửa lỗi tiêu đề
NAK	Negative Acknowledgement	Công nhận lỗi
NNI	Network Node Interface	Giao diện nút mạng
PDU	Protocol Data Unit	Đơn vị thủ tục dữ liệu
UNI	User Network Interface	Giao diện mạng - người sử dụng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Rainer Händel, Manfred N. Huber, Stefan Schröder
“ ATM Networks: concepts, Protocols, Applications ”
Addison - Wesley Publishing company - 1994
2. William Stallings
“ ISDN and Broadband ISDN with Frame Relay and ATM ”
Prentice Hall publishing company - 1995
3. David E. Mc Dycan, Darren L. Spotin
“ ATM Theory and Application ”
Mc Graw - Hill, Inc - 1994
4. Simon Haykin
“ Communication Systems ”
John Wiley & sons, INC 1994
5. Bharat T. Doshi, Pravin K. Joliri, Arun N. Netravali, Krishan K. Sabnani
“ Error and Flow Control Performance of a High Speed Protocol IEEE
Transaction on communications. VOL.41, No.5 MAY 1993 ”
6. B.P Lathi
“ Modern Digital and Analog Communication Systems ”
Holt, Rinehart and Winston, Inc. -1989
7. ITU- T Recommendation I.432 (03/93)
“ B-ISDN User- Network interface - Physical Layer Specification ”

ĐỀ TÀI KHCN 01-10
ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

NỘI DUNG THỨ HAI:

QUẢN LÝ LƯU LƯỢNG

VÀ ĐIỀU KHIỂN TẮC NGHIỆN

TRONG MẠNG ATM

Chủ trì đề tài nhánh: PGS PTS Phạm Minh Hà.

Cộng tác viên: Vũ Việt Phương.

MỤC LỤC

Lời Giới thiệu.	43
1. Chuyển mạch atm.....	45
1.1 Giới thiệu về chuyển mạch trong ATM.....	45
1.2 Chuyển mạch kiểu Shared Backplane	45
1.3 Chuyển mạch kiểu Shared Memory	47
1.4 Chuyển mạch kiểu Self Routing Fabric.....	47
1.5 Cuộc nối ảo cố định PVC.	49
1.6 Cuộc nối ảo tạm thời SVC.	49
1.7 Xử lý một cuộc gọi đối với SVC.	50
1.8 Địa chỉ ATM	51
2. Hợp đồng lưu thông.....	53
2.1 Giới thiệu chung.	53
2.2 Hợp đồng lưu thông.....	53
2.3 Mô hình quy chiếu.....	55
2.4 Chất lượng dịch vụ QoS.....	56
2.4.1 Những tham số chất lượng dịch vụ.....	56
2.4.2 Phân loại chất lượng dịch vụ.	58
2.5 Các tham số diễn tả lưu thông.....	60
2.6 Thuật toán xô nước có lỗ rò.....	62
2.7 Những bộ tham số diễn tả lưu thông và khả năng chịu đựng.....	63
3. Điều khiển lưu lượng thông tin.....	67
3.1 Giới thiệu.....	67
3.2 Điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn.....	67
3.3 Điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC.....	69
3.4 Điều khiển tham số sử dụng/mạng (UPC/NPC).....	72
3.4.1 UPC/NPC dùng thuật toán xô nước có lỗ rò	73
3.4.2 UPC dùng thuật toán cửa sổ thời gian.....	74
3.5 Điều khiển độ ưu tiên PC.....	76
3.6 Điều khiển động lưu thông chung GFC.....	77
3.7 Tạo dòng lưu thông.....	78
3.7.1 Điểm mặt những phương pháp tạo dòng tín hiệu.....	79
3.7.2 Tạo dòng lưu thông bằng thuật toán xô nước có lỗ rò.....	79
3.7.3 Tạo dòng lưu thông theo kiểu duy trì khoảng cách truyền tế bào cố định.....	81
3.7.4 Tạo khung	82
3.8 Quản lý tài nguyên.....	83

3.9 Quản lý nhanh tài nguyên FRM.....	84
3.9.1 Giành nhanh trước bảng thông.....	84
3.9.2 Giành nhanh trước bộ đệm.....	86
3.10 Những phương pháp điều khiển lưu lượng khác.....	87
4. Điều khiển tắc nghẽn lưu thông.....	88
4.1 Tóm tắt.....	88
4.2 Định nghĩa điều khiển tắc nghẽn.....	88
4.2.1 Định nghĩa sự tắc nghẽn.....	88
4.2.2 Những yếu tố tác động đến tắc nghẽn.....	89
4.2.3 Sự thực hiện việc điều khiển tắc nghẽn.....	90
4.2.4 Phân loại điều khiển tắc nghẽn.....	93
4.3 Quản lý tắc nghẽn.....	94
4.3.1 Phân phối tài nguyên.....	94
4.3.2 Sự loại bỏ tế bào của UPC.....	95
4.3.3 Điều khiển chấp nhận nối đường CAC kiểu - Fully Booking.....	95
4.3.4 Tính toán kỹ thuật mạng.....	96
4.4 Tránh khỏi sự tắc nghẽn CA.....	96
4.4.1 Báo hiệu có sự tắc nghẽn ở phía trước EFCI.....	97
4.4.2 Bộ điều khiển tham số sử dụng UPC đánh dấu.....	99
4.4.3 Điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC kiểu - Overbooking.....	99
4.4.4 Sự ngăn chặn các cuộc gọi.....	100
4.5 Tránh khỏi tắc nghẽn bằng điều khiển luồng lưu thông.....	100
4.5.1 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở - cửa sổ phát.....	102
4.5.2 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở tốc độ.....	104
4.5.3 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở tín dụng (Credit).....	105
4.6 Giải toả tắc nghẽn CR.....	106
4.6.1 Loại bỏ tế bào đã được chọn sẵn.....	107
4.6.2 Sử dụng linh động khả năng của bộ điều khiển sử dụng UPC.....	108
4.6.3 Hồi tiếp sự mất mát (Loss Feedback).....	108
4.6.4 Huỷ bỏ đi một vài kết nối đường.....	109
4.6.5 Những thủ tục khai thác.....	109
Bảng chú giải các từ viết tắt Tiếng Anh.....	110
Tài liệu tham khảo.....	116

LỜI GIỚI THIỆU.

Khi công nghệ thông tin phát triển đến độ hoàn thiện tất yếu dẫn đến sự hình thành mạng thông tin tốc độ siêu cao, băng rộng và đa phụng tiện. Mạng thông tin đa phụng tiện, tốc độ siêu cao dựa trên công nghệ ATM với tính kinh tế và hiệu qu cho phép cung cấp nhiều loại hình dịch vụ thông tin khác nhau: tiếng nói, số liệu, hình nh... Trong mạng ATM, thông tin từ đầu cuối cấu thành các tế bào dưới dạng tín hiệu số được truyền đi trong mạng hoặc chuyển mạch với tốc độ xử lý khong vài Gbps. Bởi vậy, qun lý lưu thông và điều khiển tắc nghẽn trên mạng ATM là vấn đề khó vì nó mang tính khách quan và ta không thể tiên đoán trước được tất c các đòi hỏi, nhu cầu của người sử dụng. Điều này đòi hỏi mạng phi được thiết kế sao cho có kh năng tối ưu đạt được những yêu cầu đề ra. Vấn đề: Qun lý lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn trong mạng ATM là nội dung được nghiên cứu trong đề tài nhánh Công nghệ chuyển tải khong đồng bộ ATM, gồm các nội dung sau:

Chương 1 trình bày về: **Cơ cấu chuyển mạch trong ATM**. Đó chính là sự so sánh và đặt địa chỉ lại trên nút chuyển mạch của mạng mỗi khi tế bào đi qua nút đó dựa trên bảng chọn đường. Nhưng thực chất của tất cả các thao tác đó là việc chuyển một tế bào nhận được đi đến đúng một trong các cổng ra của nút chuyển mạch. Định nghĩa về cuộc gọi PVC và SVC cùng với lược đồ một cuộc gọi nối đường cũng được đưa ra trong chương này.

Chương 2 trình bày về: **Hợp đồng lưu thông**. Đưa ra những khái niệm và kỹ thuật cơ bản dùng trong quản lý lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn trong mạng ATM cũng như các phương pháp cơ bản để thực hiện các tiêu chuẩn đó cũng được nghiên cứu.

Chương 3 đưa ra sự so sánh và xem xét các khái niệm cơ bản về: **Điều khiển lưu lượng thông tin**. Điều khiển lưu lượng đưa ra phương tiện để bảo đảm dòng tế bào truyền đi đạt được đúng tốc độ của hợp đồng thông lượng, cũng là phương tiện để mạng đảm bảo tốc độ truyền đi của người sử dụng tuân theo đúng

trong hợp đồng thông lượng và do đó sẽ thực hiện đúng theo chất lượng dịch vụ QoS như hợp đồng thông lượng cho tất cả mọi người sử dụng trên mạng ATM.

Chương 4 nghiên cứu về: ***Điều khiển tắc nghẽn lưu thông***. Tắc nghẽn là trạng thái bất bình thường của mạng mà ta phải tìm cách tránh bằng mọi cách có thể, nếu không cũng phải bảo đảm có những đáp ứng tương ứng ở những mức độ khác nhau tùy thuộc vào độ nghiêm trọng hoặc thời gian của sự việc. Trước hết, chương này sẽ giới thiệu các mức độ của tắc nghẽn có thể xảy ra, các kiểu đáp ứng hoặc điều khiển ngay lập tức đang hiện hành. Những phương pháp đòi hỏi thời gian dài hơn trong việc điều khiển tắc nghẽn như sự phân phối tài nguyên, thiết kế kỹ thuật mạng và những phương thức điều khiển quản lý mạng cũng được bàn đến. Cuối cùng các giải pháp khác của các nhà sản xuất để điều khiển một cách phù hợp với dòng thông tin thực của người sử dụng bằng cách điều khiển dòng tế bào truyền hoặc thông báo ngược trở lại tình trạng nghẽn tắc cũng được xem xét tới.

Hai chương cuối tập trung giải quyết vấn đề trọng tâm của đề tài. Các kỹ thuật điều khiển lưu lượng và quản lý tắc nghẽn được trình bày, có so sánh để rút ra ưu nhược điểm của từng kỹ thuật và phạm vi ứng dụng của chúng. Trong phần này trình bày một cách hệ thống các phương pháp có thể để giải quyết vấn đề đó thông qua những thuật toán thường được áp dụng trong quản lý lưu thông.

I. CHUYỂN MẠCH ATM

1.1 Giới thiệu về chuyển mạch trong ATM.

Chương này ta sẽ xem xét thực chất một tế bào được chuyển mạch một cách vật lý tới các cổng của một nút chuyển mạch ATM như thế nào theo góc độ tổng quát về những thuật ngữ liên quan đến vấn đề chuyển mạch ATM.

Có một vài kiểu cấu trúc (fabric) chuyển mạch mà trong đó người ta sử dụng các bộ xử lý đầu vào và bộ xử lý đầu ra. Bộ xử lý đầu vào dùng để kiểm tra phần tiêu đề của tế bào và chỉ ra xem đâu là cổng ra của tế bào đó thông qua việc đối chiếu với bảng chọn đường (routing table) và xử lý tế bào đó theo cách riêng của mỗi kiểu chuyển mạch để làm sao bộ xử lý đầu ra có thể nhận biết được nó là của mình. Cần phải nói thêm rằng có thể có những bộ đệm ở tại cổng vào hoặc ở cấu trúc chuyển mạch. Tại cổng ra của bộ chuyển mạch cũng có thể có những bộ nhớ đệm. Việc đặt bộ đệm ở đâu là phụ thuộc hoàn toàn vào nhà sản xuất, phương pháp chuyển mạch cũng như tính năng cụ thể của từng bộ chuyển mạch.

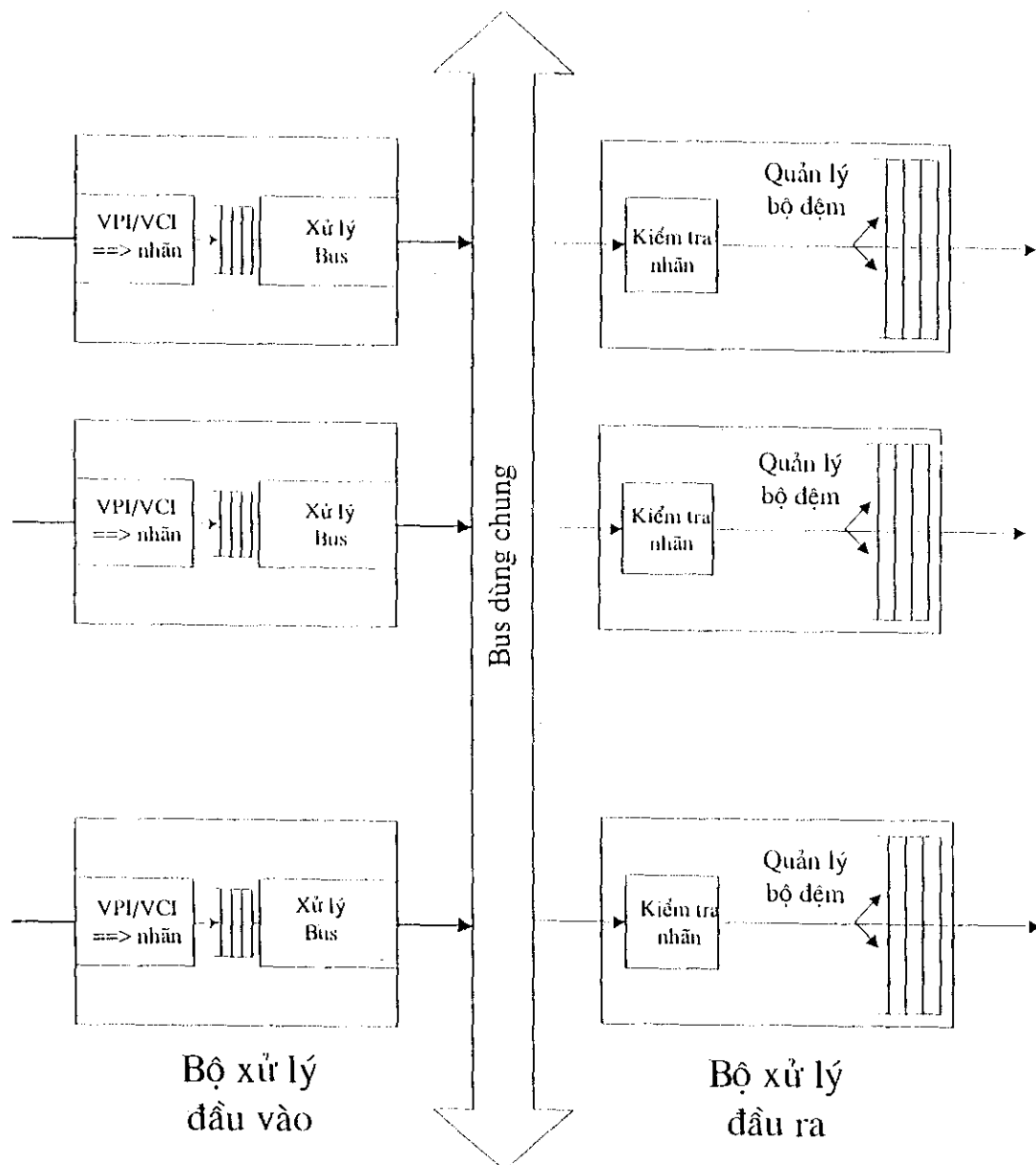
1.2 Chuyển mạch kiểu Shared Backplane

Một vài bộ chuyển mạch nhỏ được dùng trong mạng LAN thường dùng kỹ thuật “*dùng chung bảng mạch mẹ*” này (shared backplane). Trong sơ đồ gồm có một số bộ xử lý đầu vào dùng để dán *nhãn* (trên đó ghi địa chỉ cổng ra) cho tế bào từ việc tra cứu trên bảng chọn đường dựa trên địa chỉ VPI/VCI của nó. Sau đó những bộ xử lý này cố gắng tìm cách *ném* tế bào được dán nhãn đó lên trên bus khi được bus dùng chung cho phép. Bus dùng chung là nơi mà tất cả các bộ xử lý đầu ra đều có thể quan sát được tế bào trên đó.

Bộ xử lý đầu ra sẽ xem nhãn dán trên tế bào đó, nếu thấy có địa chỉ của mình ở đó nó sẽ sao chép tất cả thông tin trong gói có nhãn đó lên bộ đệm đầu ra để từ đó phát đi trên đường truyền.

Lưu ý rằng bởi vì tất cả các bộ xử lý đầu ra đều có thể nhìn thấy tế bào được dán nhãn đó, nên đối với trường hợp của cuộc nổi điểm tới nhiều điểm, việc này trở nên rất dễ dàng. Khi đó các bộ xử lý đầu chỉ cần sao chép nó ra thành các bản của riêng mình rồi truyền đi là đủ.

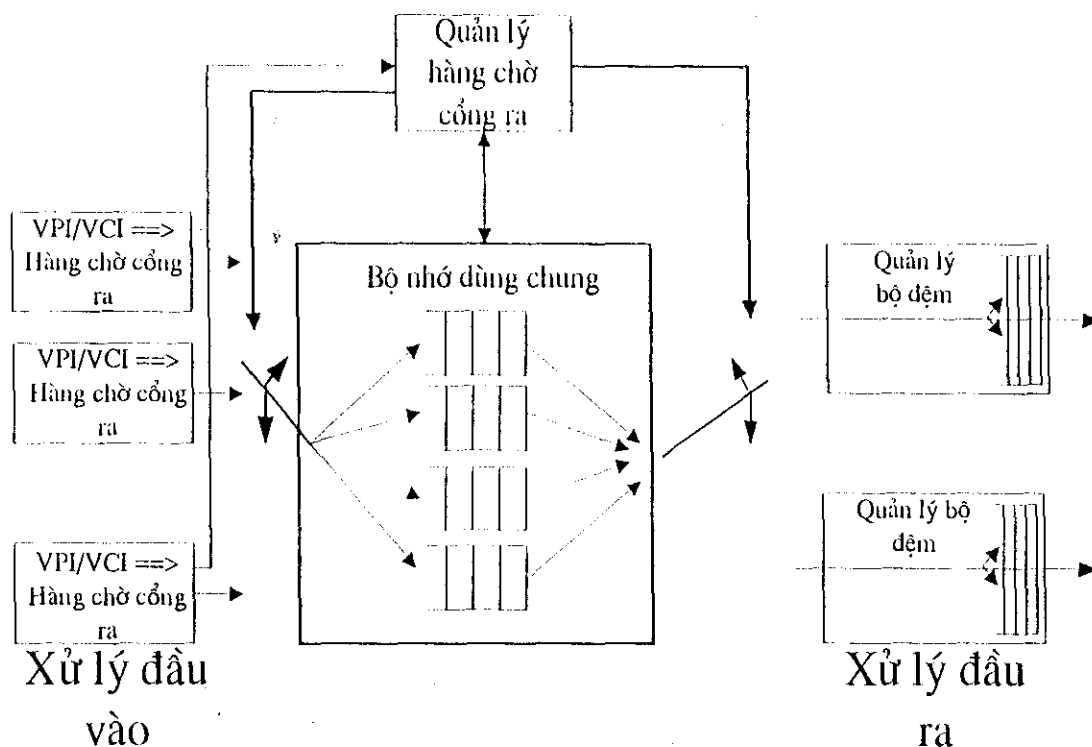
Bộ đệm ở đầu ra rất quan trọng và có thể có vài bộ đệm, như trên hình vẽ có hai bộ đệm ở đầu ra. Quan trọng bởi vì có thể có nhiều tế bào được chuyển đến cùng một lúc tới cùng một cổng ra, từ nhiều cổng vào khác nhau. Bộ đệm dùng để tạm lưu giữ số liệu trước khi truyền đi. Còn lý do dùng nhiều bộ đệm (hai bộ đệm) là dùng để lưu giữ các kiểu tế bào có các yêu cầu chất lượng dịch vụ khác nhau. Chẳng hạn, tiếng nói cần độ trễ nhỏ, thời gian thực, trong trường hợp cần thiết có thể loại bỏ nó đi còn hơn truyền đi, nên sẽ được cho vào bộ đệm có kích thước nhỏ. Còn truyền số liệu trễ lại không thành vấn đề lớn lắm, nhưng mất dữ liệu lại có thể ảnh hưởng rất lớn. Vì vậy sẽ được gán cho bộ đệm có kích thước lớn...



Hình 1.1 : Chuyển mạch kiểu Shared Backplane.

1.3 Chuyển mạch kiểu Shared Memory

Một kiểu chuyển mạch khác dựa trên cơ sở cấu hình dùng chung được gọi là *cấu trúc bộ nhớ chung* (shared memory). Đây là bộ nhớ dùng kỹ thuật đặc biệt đưa ra tốc độ xử lý ghi, đọc rất nhanh.

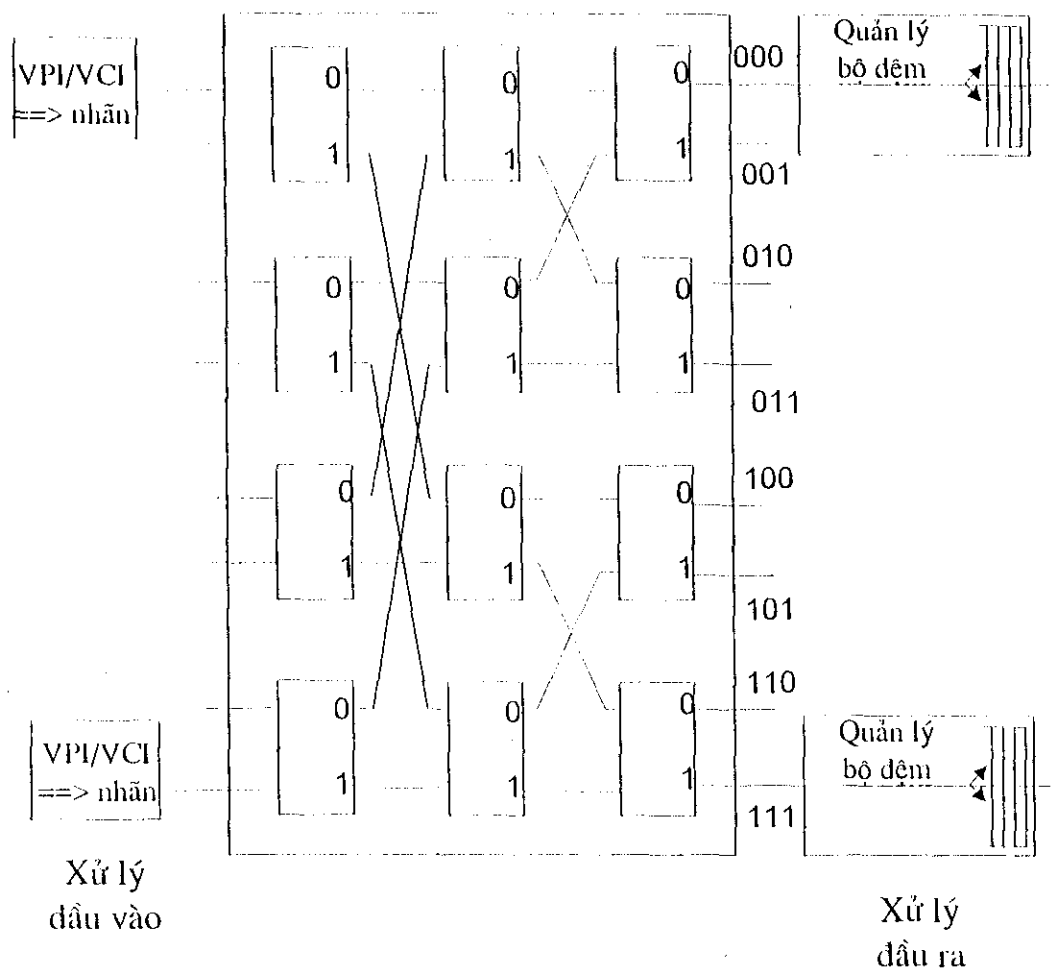


Hình 1.2 : Chuyển mạch kiểu Share Memory

Giả sử rằng có bốn cổng vào như trong hình vẽ, tốc độ truyền tế bào tại đầu vào của bộ nhớ phải bốn lần nhanh hơn tốc độ truyền riêng trên từng cổng, bởi vì nó phải nhận tất cả các tế bào trên các đầu vào trong cùng một lúc. Trong ví dụ này, bộ xử lý đầu vào phải liên hệ với bộ quản lý hàng chờ để quyết định xem tế bào nào sẽ phải được cất vào bộ đệm nào và làm thế nào để các bộ xử lý đầu ra kéo ra được đúng tế bào của mình cần. Đối với các tế bào được gửi đến nhiều cổng ra, tế bào ở trong bộ nhớ phải được phát ra nhiều lần tới từng cổng ra một.

1.4 Chuyển mạch kiểu Self Routing Fabric

Kiểu kiến trúc chuyển mạch thứ ba được gọi là *cấu trúc tự chọn đường* (self-routing fabric). Kỹ thuật này liên quan đến việc xây dựng phần tử chuyển mạch nhỏ nhất.



Hình 1.3: Chuyển mạch kiểu Self-Routing Fabric.

Mỗi một phần tử có một quyết định kiểu nhị phân. Nhãn sẽ chỉ ra cổng đến của tế bào. Ví dụ nếu một tế bào được dán nhãn 111, bit đầu tiên sẽ được kiểm tra ở tầng đầu tiên. Bởi vì nó là 1 nên đi theo đầu ra bên dưới tới tầng thứ 2. Bit thứ 2 cũng được kiểm tra ở tầng 2, và vì nó là 1 nên lại theo cổng dưới đến tầng 3 ở đây bit thứ 3 được kiểm tra... kết quả là nó được chuyển đến đúng cổng ra cần đến.

Nếu xảy ra 2 tế bào cùng một lúc được truyền tới một cổng ra. Lúc đó có thể dẫn đến xung đột. Do đó có một lược đồ để thẩm tra trước và giữ nó lại ở đầu vào chỉ cho phép từng tế bào đi qua một lần. Thực tế là có rất nhiều thiết kế khác nhau liên quan đến vấn đề này.

Một khía cạnh rất thú vị của cấu trúc này là ta có thể sắp xếp những phần tử chuyển mạch lên nhau theo thành hàng và cột, khi đó có thể tăng lên thoải

mái số cổng ra. Do đó ta có thể mở rộng số cổng của nút chuyển mạch một cách tùy ý.

1.5 Cuộc nối ảo cố định PVC.

Những kiểu nối mà ta vừa bàn ở trên là liên quan tới việc chọn đường thông qua một nút chuyển mạch. Bây giờ vấn đề là làm thế nào để một cuộc gọi được thực hiện thông qua một mạng.

Cũng như trong bất kỳ kỹ thuật mạng chuyển mạch gói nào khác, trong ATM người ta cũng định nghĩa cuộc nối ảo cố định (PVC). Việc này sẽ được làm thông qua một vài hình thức yêu cầu dịch vụ. Hệ thống quản lý mạng sẽ đặt cấu hình chọn đường cho các thiết bị để qui định các giá trị của VPI/VCI trước. Cấu hình cũng được đặt sẵn ở trong các bảng nối đường tại các nút mạng.

Nói tóm lại là đã có một kết nối ảo luôn luôn cho phép một thiết bị đầu cuối này nối tới một thiết bị đầu cuối khác. Để làm việc, thiết bị đầu cuối không phải thực hiện một công việc gì. Nhưng nó chỉ nối cố định đến một, hoặc một vài đầu cuối mà thôi.

1.6 Cuộc nối ảo tạm thời SVC.

Kỹ thuật thứ hai để thực hiện một cuộc gọi thông qua mạng được gọi là cuộc nối ảo tạm thời. Kỹ thuật này cho phép đầu cuối có thể gọi được các đầu cuối khác một cách linh động.

Cách mà đường SVC hoạt động là một trong số các giá trị của VPI/VCI được định nghĩa trước để sử dụng cho giao thức báo hiệu, dùng để điều khiển các cuộc nối. Giá trị này là VPI-0/VCI-5 và cuộc nối này được kết thúc bởi chức năng xử lý cuộc gọi. Tất nhiên đầu cuối “thu” cũng có kết cuối VPI-0/VCI-5 cho chức năng xử lý cuộc gọi.

Một giao thức được gọi là “giao thức báo hiệu” (signaling protocol) được sử dụng trên đường VPI-0/VCI-5 để thông tin với nút chuyển mạch, truyền thông tin cho phép nối tới hoặc hủy bỏ. Kết quả là được cấu hình nối linh động. Những cuộc nối này có thể được khởi động thực hiện ngắn hơn một giây.

Sau khi cuộc nối được thực hiện dữ liệu thực chất sẽ được truyền không phải qua đường VPI-0/VCI-5. Một đường khác (có địa chỉ khác), được chuyển

qua cho cuộc gọi, do đó nó không làm ảnh hưởng đến chức năng xử lý cuộc gọi của nút mạng.

1.7 Xử lý một cuộc gọi đối với SVC.

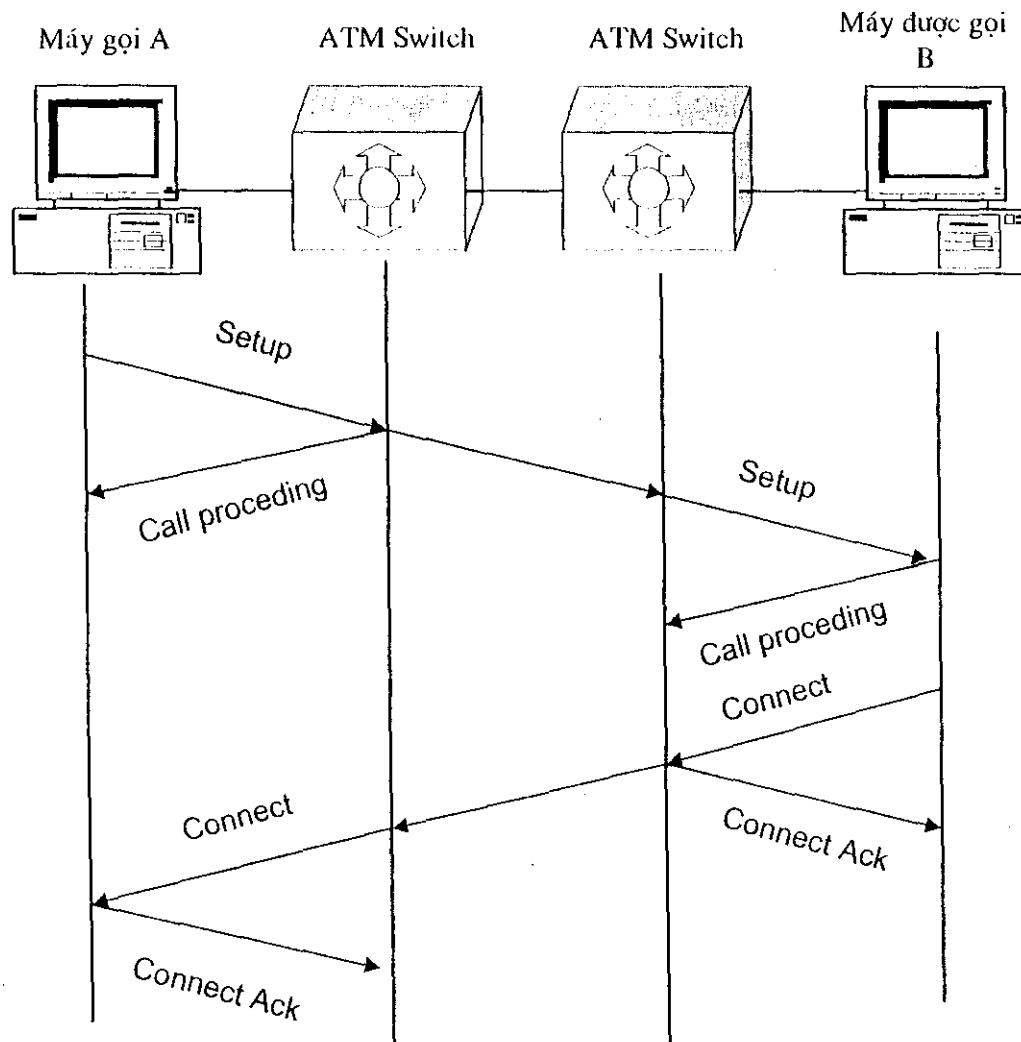
Không giống như PVC đã được ấn định trước đường nối liên kết giữa các nút trên mạng đến tận thiết bị thu ngay sau khi được đồng ý nối trên mạng cho đến khi xin huỷ bỏ hẳn đường đó, trong SVC cuộc nối được thiết lập và huỷ bỏ liên tục tùy theo nhu cầu sử dụng của người dùng (có thể liên tưởng như đầu cuối điện thoại).

Giả sử “A” muốn gọi “B”. Đầu tiên một bức điện sẽ được gửi qua kênh báo hiệu đến mạng và được gọi là *set-up message*. Trong bức điện này sẽ có tất cả các thông tin như địa chỉ của bên được gọi, địa chỉ của máy gọi, đặc tính lưu thông, chất lượng dịch vụ yêu cầu. Ngoài ra có thể có rất nhiều cuộc gọi nối đường đang ở trong những quá trình khác nhau của cuộc gọi tại cùng thời điểm đó, mà nó nằm trên cùng một đường (link) cũng dùng kênh báo hiệu VPI-0/VCI-5, do đó phải có một số hiệu nhân dạng riêng cho từng cuộc gọi. Khi nhận được yêu cầu nối này, nút chuyển mạch đầu tiên mà cuộc gọi nối đến sẽ xác nhận và chuẩn bị sẵn một giá trị VPI/VCI cho cuộc gọi đó. Đường này không thực sự tồn tại và không thể truyền thông tin trên nó được nhưng đầu cuối có thể biết được giá trị VPI/VCI được chọn sẵn cho nó. Lúc này trên mạng sẽ diễn ra một loạt các công việc khác nhau khá phức tạp để kiểm tra tài nguyên mạng, chuẩn bị đường...cố gắng tìm ra đường nối nó đến nút chuyển mạch có thiết bị đầu cuối thu nối vào.

Tại nút chuyển mạch đầu cuối, một bức điện sẽ được gửi tới thiết bị đầu cuối bao gồm những thông tin về địa chỉ của máy gọi, đặc tính lưu thông, yêu cầu về chất lượng dịch vụ ... và cả VPI/VCI đã được chuẩn bị sẵn cho nó. Đầu cuối sẽ gửi bức điện để xác nhận (Ack message) là đã nhận được yêu cầu đó. Do thiết bị đầu cuối có thể có rất nhiều dịch vụ đang thực hiện nên nó phải kiểm tra xem khả năng của nó có thể chấp nhận làm việc với cuộc này không, vì vậy điện xác nhận này hoàn toàn chỉ là “ OK, tôi đang chuẩn bị để làm việc với nó đây”. Tất nhiên tất cả các công việc này đều được thực hiện qua kênh báo hiệu.

Giả sử rằng đầu cuối có thể có khả năng làm việc với đầu gọi, nó sẽ gửi bức điện “connect message” nói rằng “OK, tôi chấp nhận làm việc với máy đối...” và nó được trả về nút chuyển mạch đầu gọi.

Khi nhận được điện chấp nhận ở đầu bị gọi, nút chuyển mạch đầu gọi sẽ gửi điện chấp nhận đến đầu gọi để nói rằng "OK, cuộc nối đã được chuẩn bị xong, anh có thể bắt đầu làm việc". Lúc này cuộc nối đã được thực hiện thực sự ở trên mạng. Thông tin có thể được bắt đầu với các VPI/VCI đã cho.



Hình 1.4 : Sơ đồ xử lý cuộc gọi với SVC.

1.8 Địa chỉ ATM

Thủ tục báo hiệu cần vài kiểu sơ đồ đánh địa chỉ. Trên những mạng riêng, nội bộ, có thể dùng địa chỉ gồm 20 byte theo kiểu OSI NSAP (Network Service Access Point) bởi vì tồn tại một vai trò quản lý mạng chung cho toàn bộ hệ thống và cũng có thể sử dụng cấu trúc phân cấp trong quản lý những mạng ATM lớn. Ngoài ra người ta cũng có thể sử dụng nhóm địa chỉ LAN MAC cũng được

gói trong NSAP.... Nói chung có rất nhiều cách tổ chức hệ thống địa chỉ kiểu này trên mạng ATM.

Đối với mạng công cộng có thể đánh số địa chỉ theo E164, là cách đánh số kiểu điện thoại mà nó có thể lên đến 15 chữ số.

2. HỢP ĐỒNG LƯU THÔNG.

2.1 Giới thiệu chung.

Chương này giới thiệu một vài khái niệm và kỹ thuật cơ bản được sử dụng để quản lý lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn trong ATM. Một hợp đồng lưu thông là thỏa thuận giữa người sử dụng và mạng về chất lượng dịch vụ QoS - trong đó việc truyền tế bào tuân theo đúng các tham số lưu thông của hợp đồng bằng thuật toán xô nước có lỗ thủng ở đáy.

Những tham số cơ bản của chất lượng dịch vụ QoS là: độ trễ trung bình, sự biến đổi của trễ, tỷ lệ mất tế bào. Các tham số lưu thông cơ bản là tốc độ truyền tế bào PCR, tốc độ truyền SCR và kích thước lớn nhất của sự bùng nổ số liệu truyền MBS. Tham số dung sai biến trễ truyền tế bào CDVT cũng liên quan đến tốc độ PCR nhưng ít được đưa ra với người sử dụng.

Thuật toán xô nước có lỗ rò ở đáy được dùng để kiểm tra sự tuân thủ tham số truyền các tế bào từ người sử dụng bằng cách các tế bào được tượng trưng như những cốc nước được đổ vào các xô nước bị rò, mà tốc độ rò của nó là PCR hoặc SCR. Nếu nước đổ vào xô quá liên tục sẽ dẫn đến tràn xô và những cốc nước [tế bào] đó được coi là không tuân thủ tham số truyền. Ngoài ra chương này cũng quan tâm xem xét đến độ sâu của xô đựng tế bào để tính đến khả năng chịu đựng của mạng trong việc truyền các tế bào ATM.

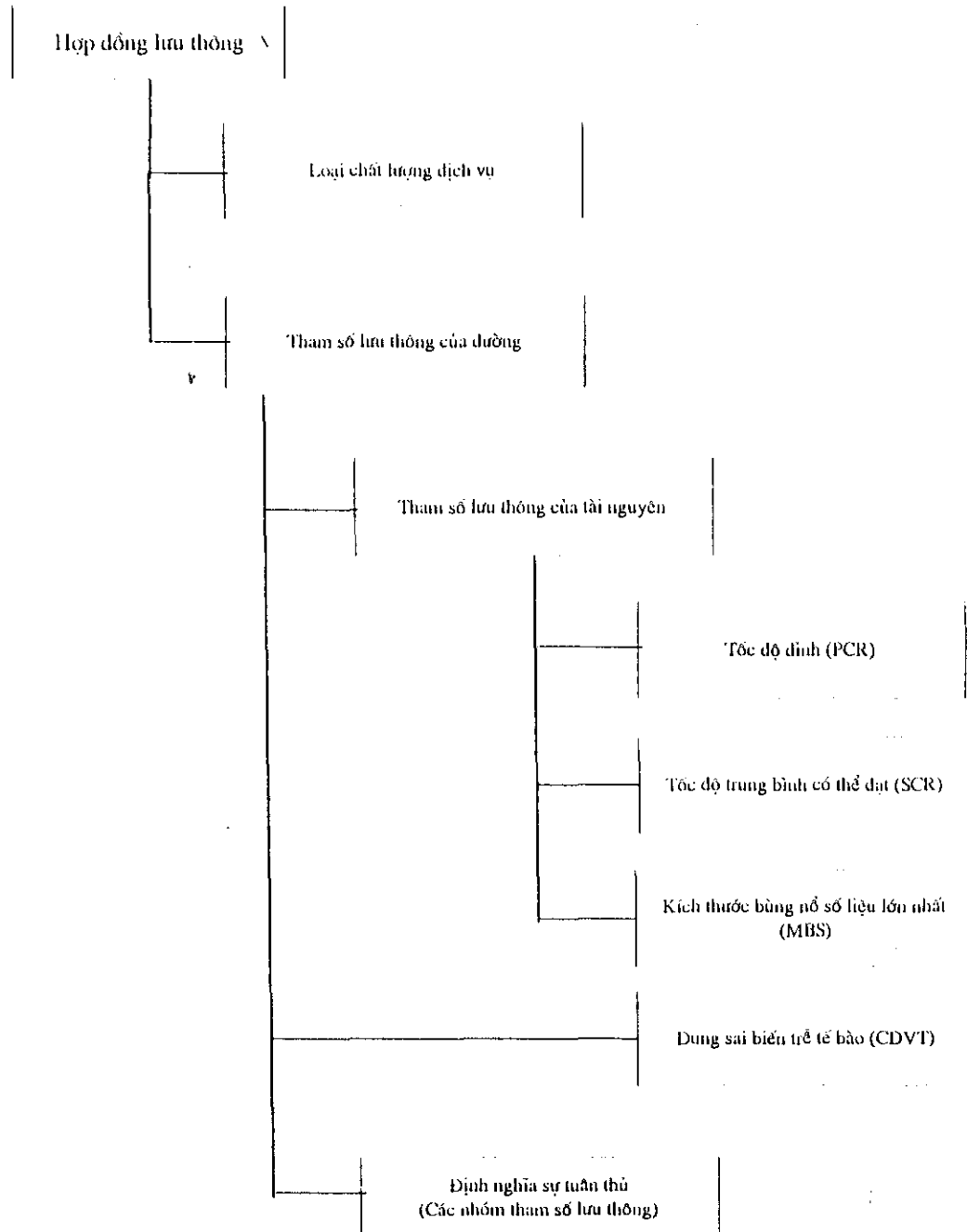
2.2 Hợp đồng lưu thông.

Trên thực tế, có những hợp đồng riêng tồn tại cho mỗi một đường ảo và kênh ảo. Hợp đồng lưu thông là một thỏa thuận giữa người sử dụng và mạng, thông qua giao diện UNI về những khía cạnh sau:

- Chất lượng dịch vụ QoS mà một mạng mong muốn được cung cấp.
- Sự tuân theo những tham số lưu thông mà nó dùng để chỉ những đặc tính lưu thông của tế bào ATM.
- Những nguyên tắc kiểm tra tham số lưu thông được sử dụng.

- Xác định rõ ranh giới mạng và những mạch liên quan,. Việc này liên quan đến sự bảo đảm việc kiểm tra phạm vi sự tuân theo luật của các luồng thông tin tế bào ATM.

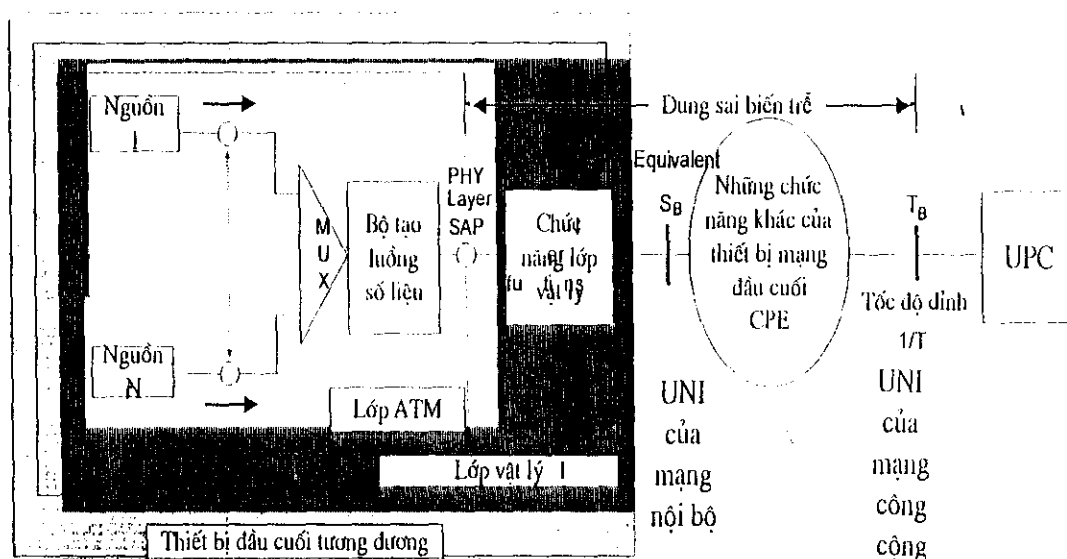
Để có cái nhìn tổng thể trên vấn đề này, hình 2.1 đưa ra một giản đồ các mối quan hệ, vị trí của nó trong hợp đồng lưu thông và giữa các tham số lưu thông, chất lượng dịch vụ QoS, .. với nhau.



Hình 2.1 : Các tham số sử dụng trong hợp đồng lưu thông

2.3 Mô hình quy chiếu.

Một vấn đề cơ bản của của hợp đồng lưu thông là cấu hình tham khảo của thiết bị đầu cuối tương đương như trong hình 2.2. Thiết bị đầu cuối tương đương không phải là một thiết bị thật mà có thể là tổ hợp của nhiều thiết bị. Số liệu có thể được lấy từ nhiều nguồn khác nhau, mỗi nguồn đó nối tới một đường ảo hoặc kênh ảo riêng. Chúng sau đó được nối tới một bộ dồn kênh riêng kiểu ATM (có thể là các Switch, Hub, hoặc Router).



UPC: Điều khiển tham số mạng

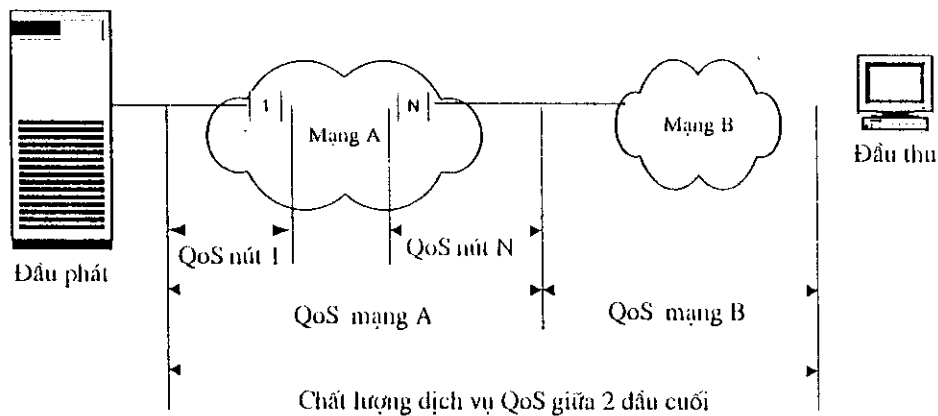
CPE: Thiết bị mạng đặt tại đầu cuối

UNI: Giao diện người sử dụng - mạng

Hình 2.2 : Cấu hình tham khảo của thiết bị đầu cuối tương đương.

Cùng với bộ dồn kênh là bộ điều chỉnh luồng số liệu nhằm đảm bảo chuỗi tế bào ATM tuân theo đúng tập tham số lưu thông đã được định nghĩa bằng thuật toán kiểm tra sự tuân theo riêng. Đầu ra của bộ điều chỉnh luồng này là điểm truy nhập dịch vụ, tầng vật lý (PHY) trong chuẩn ATM mạng mở. Tiếp sau chức năng điều chỉnh luồng, tầng vật lý còn có thể có chức năng chuyển đổi luồng tế bào thực tế được phát qua một giao diện UNI ATM riêng (điểm chuẩn S_b) do đó nó không cần phải tuân theo những tham số lưu thông. Dòng tế bào ATM này có thể được chuyển tới thiết bị mạng đầu cuối khác (CPE) như đổ vào một mạng ATM khác, trước khi được đưa vào giao diện UNI ATM công cộng (điểm chuẩn

Tb). Do đó mẫu chuẩn tham khảo chất lượng dịch vụ giữa các đầu cuối sẽ có thể là giữa các nút trong cùng một mạng, hoặc giữa nhiều nút chuyển mạch trong 2 hoặc nhiều mạng khác nhau như hình 6.3. Về nguyên tắc, người sử dụng sẽ không cần phải biết đến có bao nhiêu nút chuyển mạch, bao nhiêu mạng phải nối qua, nhưng luôn luôn đòi hỏi phải bảo đảm về chất lượng dịch vụ cho toàn tuyến. Tuy nhiên, nguyên tắc này và thực tế là khác nhau về tiêu chuẩn hoặc trong việc kết nối giữa các mạng và do đó đòi hỏi chúng ta phải tính đến chúng.



Hình 2.3 : Mẫu tham khảo chất lượng dịch vụ giữa hai đầu cuối.

2.4 Chất lượng dịch vụ QoS.

Chất lượng dịch vụ được định nghĩa bởi các tham số đặc biệt cho việc truyền tế bào mà nó phải tuân theo hợp đồng lưu thông. Để đơn giản cho người sử dụng, người ta đưa ra các cấp hạng chất lượng dịch vụ cho người sử dụng dễ dàng lựa chọn.

2.4.1 Những tham số chất lượng dịch vụ.

Chất lượng dịch vụ được định nghĩa trên cơ sở giữa các đầu cuối sử dụng. Khái niệm đầu cuối ở đây có thể là máy tính, một giao diện ATM UNI riêng, hoặc ATM UNI công cộng như đã định nghĩa phần trên. Phép đo được thực hiện đối với những tế bào từ đầu phát đến đầu nhận.

- Số tế bào phát đi.
- Số tế bào nhận tốt.
- Số tế bào bị mất.

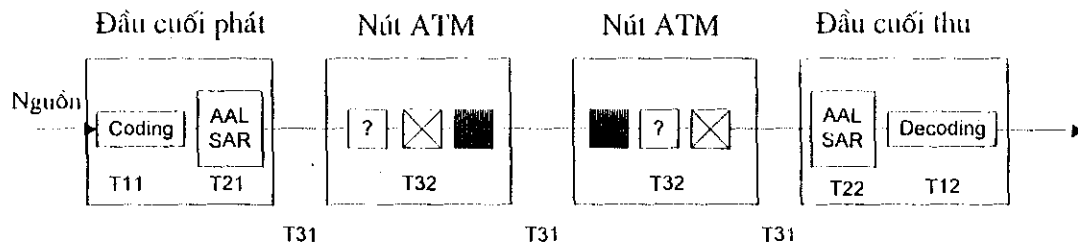
- Số tế bào sai.
- Số tế bào nhận nhầm.

Những tham số chất lượng trên được tính theo những công thức sau:

$$\text{Tỷ lệ tế bào bị mất : CLR} = \frac{\text{Số tế bào mất}}{\text{Số tế bào đã phát}}$$

$$\text{Tỷ lệ tế bào sai : CER} = \frac{\text{Số tế bào sai}}{\text{Số tế bào truyền tốt} + \text{Số tế bào sai}}$$

$$\text{Tỷ lệ tế bào nhận nhầm: CLR} = \frac{\text{Số tế bào nhận nhầm}}{\text{Khoảng thời gian}}$$



Hình 2.4 : Sơ đồ minh họa những nguồn gốc của sự trễ.

Độ trễ truyền tế bào bao gồm trễ của những phần tử sau (hình 2.4):

- T1 = Trễ mã hóa và giải mã
- T11 = Trễ mã hoá
- T11 = Trễ giải mã
- T2 = Trễ do tạo gói và mở gói
- T21 = Trễ do tạo gói phát đi ở tầng AAL

- T22 = Trễ do mở gói tại tầng AAL
- T3 = Trễ do truyền tế bào
- T31 = Trễ do truyền giữa các nút mạng ATM, cũng như giữa nút mạng và người sử dụng.
- T32 = Trễ do quá trình xử lý trên nút (do chuyển mạch, xếp hàng chờ,...).

Mức biến trễ tế bào CDV là một tham số quan trọng để xác định mật độ tế bào chuyển đến. CDV có thể được xác định tại đầu vào hoặc đầu ra của mạng. CDV là tham số quan trọng bởi vì nếu quá nhiều tế bào được chuyển đến liên nhau sẽ dẫn đến quá tải của bộ nhớ đệm, dẫn đến có thể có tế bào bị mất, mà trong truyền ảnh có thể dẫn đến toàn bộ một khung hình bị mất do mất đúng tế bào chứa tín hiệu mã hoá hình ảnh. Cách xác định CDV được trình bày trong khuyến nghị I.356 của ITU-T và trong ATM UNI Specification 3.0.

Các loại chất lượng dịch vụ QoS được đưa ra dựa trên các tham số được định nghĩa bởi CCITT I.350 cho mỗi một kênh ảo, đường ảo ATM. Đó là :

- Độ trễ trung bình.
- Mức biến trễ tế bào CDV.
- Sự mất các tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ $CLP = 0$.
- Sự mất các tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ $CLP = 1$.
- Tỷ lệ tế bào bị sai, lỗi.

2.4.2 Phân loại chất lượng dịch vụ.

Để tạo cho người sử dụng dễ dàng hơn trong yêu cầu, người ta đưa ra một số loại dịch vụ ATM có chất lượng dịch vụ khác nhau phù hợp với một hoặc nhiều loại thông tin nguồn nào đấy. Chất lượng dịch vụ được định nghĩa bởi ít nhất theo những tham số sau:

- Tỷ lệ bị mất của tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ $CLP = 0$.
- Tỷ lệ bị mất của tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ $CLP = 1$.
- Mức biến trễ tế bào cho cả hai trường hợp $CLP = 0 + 1$.
- Độ trễ tế bào trung bình cho cả hai trường hợp $CLP = 0 + 1$.

Từ đó người ta phân loại các tuyến thông tin có chất lượng dịch vụ theo 5 cấp khác nhau như sau:

- Chất lượng dịch vụ loại 0: Không chỉ ra một tốc độ cụ thể nào, không có băng thông được chuẩn bị trước mà sẽ tận dụng băng thông thừa .
- Chất lượng dịch vụ loại 1: Mô phỏng đường truyền số bình thường (DS - 3), tốc độ truyền không đổi, tốc độ tại hai đầu cuối bằng nhau, hướng liên kết. Nó đặc biệt phù hợp với truyền thoại và truyền hình.
- Chất lượng dịch vụ loại 2: Giống như loại 1, trừ việc tốc độ thay đổi được, phù hợp với truyền thoại và hình ảnh, đặc biệt phù hợp đối với những trường hợp có thay đổi đột ngột, bùng nổ của số liệu nguồn (như các ứng dụng truyền hình/ điện thoại hội nghị sử dụng kỹ thuật chuyển mạch gói hoặc các ứng dụng multi-media).
- Chất lượng dịch vụ loại 3: Tốc độ truyền thay đổi, truyền số liệu theo kiểu hướng liên kết như chuyển tiếp khung (Frame Relay), X.25.
- Chất lượng dịch vụ loại 4: Như loại 3, nhưng truyền số liệu theo kiểu hướng không liên kết như các giao thức của mạng LAN (IP, SMDS).

Bảng 2.1 : Loại chất lượng dịch vụ QoS.

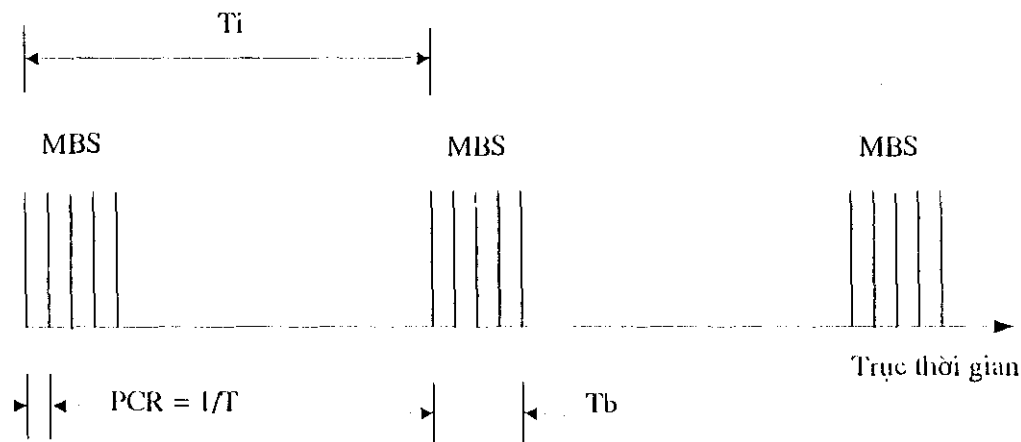
ATM Forum			
Xếp theo UNI 3.0/3.1 QoS	Xếp theo UNI 4.0 QoS	Xếp theo B-ISDN	Diễn giải
0	UBR	-	Không xác định tốc độ
1	CBR	A	Tốc độ truyền không đổi
2	VBR thời gian thực (rt)	B	Tốc độ truyền thay đổi
3	VBR không thời gian thực (non-rt)	C	Tốc độ truyền thay đổi, hướng liên kết
4	VBR không thời gian thực (non-rt)	D	Tốc độ truyền thay đổi, hướng không liên kết

Tên của các loại chất lượng dịch vụ này cũng khá khác nhau giữa ITU-T và ATM Forum, vì vậy bảng 2.1 ở trên là bảng tổng quát sự tương đương trong các định nghĩa của các loại chất lượng dịch vụ QoS theo các tiêu chuẩn hiện hành.

2.5 Các tham số diễn tả lưu thông.

Đó là một số các tham số, nó có thể diễn tả được thực chất hoạt động lưu thông trên mạng. Đồng thời nó cũng có thể làm cho mạng và thiết bị đầu cuối hiểu được và dễ đưa vào thực hiện. Phần này sẽ đưa ra các tham số theo khuyến nghị ATM Forum UNI specification ver 3.0:

- Tốc độ truyền tế bào tối đa PCR có đơn vị tính là số tế bào truyền được trong một giây cùng với dung sai biến trễ truyền tế bào CDVT tính theo giây. Đây là tham số bắt buộc.
- Tốc độ truyền tế bào trung bình SCR có đơn vị tính là số tế bào truyền được trong một giây (thường nhỏ hơn hoặc bằng PCR) cùng với kích thước bùng nổ số liệu truyền lớn nhất MBS tính theo số tế bào.



PCR: Tốc độ đỉnh truyền tế bào

MBS: Kích thước bùng nổ số liệu truyền lớn nhất tại PCR

T_i : Thời gian ngắn nhất giữa 2 sự bùng nổ số liệu truyền

T_b : Thời gian lớn nhất cho 1 sự bùng nổ số liệu truyền tại PCR

$SCR = MBS / T_i$

$T_b = (MBS - 1)T \leq T_i - T$

Hình 2.5 : Sơ đồ minh họa các tham số lưu thông của ATM.

Các tham số này được định nghĩa như sau:

- Tốc độ truyền tế bào tối đa PCR = $1/T$ với đơn vị là tế bào / giây, trong đó T là khoảng thời gian nhỏ nhất giữa các tế bào tính bằng giây (tức là khoảng thời gian giữa bit đầu tiên của một tế bào tới bit đầu tiên của tế bào tiếp theo)
- Dung sai biến trễ truyền tế bào CDVT = τ tính theo giây. Tham số lưu thông này thông thường không thể chỉ ra được bởi người sử dụng mà bởi hệ thống. Tham số này đại diện độ biến đổi trễ lớn nhất về khoảng cách giữa các tế bào đảm bảo sự tuân thủ các tham số lưu thông, khả năng tạm lưu giữ của bộ đệm đầu vào.
- Tốc độ truyền tế bào trung bình SCR là tốc độ trung bình lớn nhất ở đó một sự bùng nổ số liệu truyền (đóng-mở nguồn số liệu) có thể gửi được tại tốc độ PCR như miêu tả trong hình 2.5.
- Kích thước sự bùng nổ số liệu lớn nhất MBS là số tế bào nhiều nhất khi có bùng nổ về số liệu truyền mà nó có thể truyền đi tại tốc độ PCR.

Việc mô tả thời gian cách quãng nhỏ nhất của sự bùng nổ số liệu là T_i , và sự liên quan của nó tới các tham số SCR và MBS được mô tả trên hình 2.5.

Tham số SCR được tính như sau :

$$SCR = \frac{MBS}{T_i}$$

Thời gian bùng nổ số liệu truyền lớn nhất tính theo giây là T_b , nó được tính như sau:

$$T_b = (MBS - 1) * T \leq T_i - T.$$

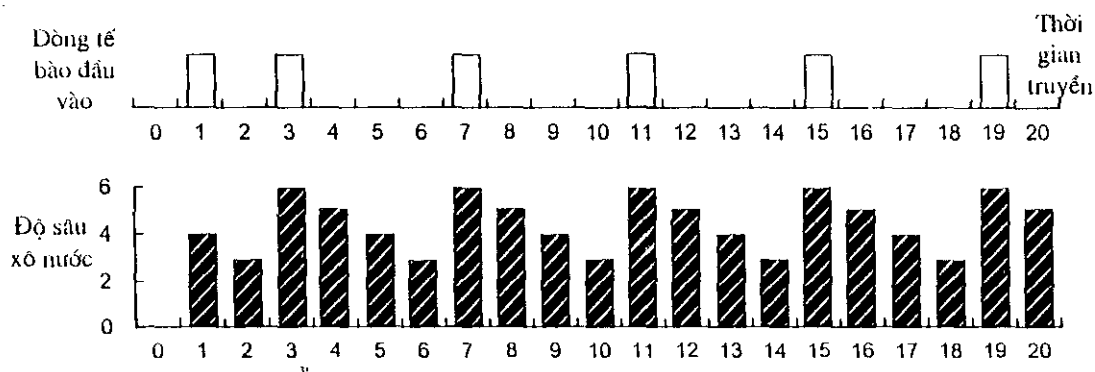
Những định nghĩa này có thể là có ích trong việc hiểu các tham số lưu thông nhưng không phải là thành phần của hợp đồng lưu thông. Khuyến nghị của ITU-T L.371 chỉ đưa ra định nghĩa tốc độ truyền tế bào PCR. Trong ATM Forum, người ta mới đưa thêm tham số tốc độ truyền tế bào SCR và kích thước sự bùng nổ số liệu lớn nhất MBS để có thể quản lý tốt hơn đối với kiểu nguồn dữ liệu có sự bùng nổ trong khi truyền.

Trên hình vẽ chỉ cho ta thấy về mặt lý thuyết quan hệ của những tham số lưu thông mà không miêu tả một cách hoàn toàn chính xác tuyệt đối.

2.6 Thuật toán xô nước có lỗ rò.

Thuật toán xô nước có lỗ rò là phương tiện để kiểm tra sự tuân thủ của các chuỗi tế bào có theo đúng các tham số của hợp đồng lưu thông. Định nghĩa chính thức của thuật toán xô nước có lỗ rò có thể tìm thấy trong ATM Forum UNI Specification hoặc khuyến nghị I.371 của CCITT.

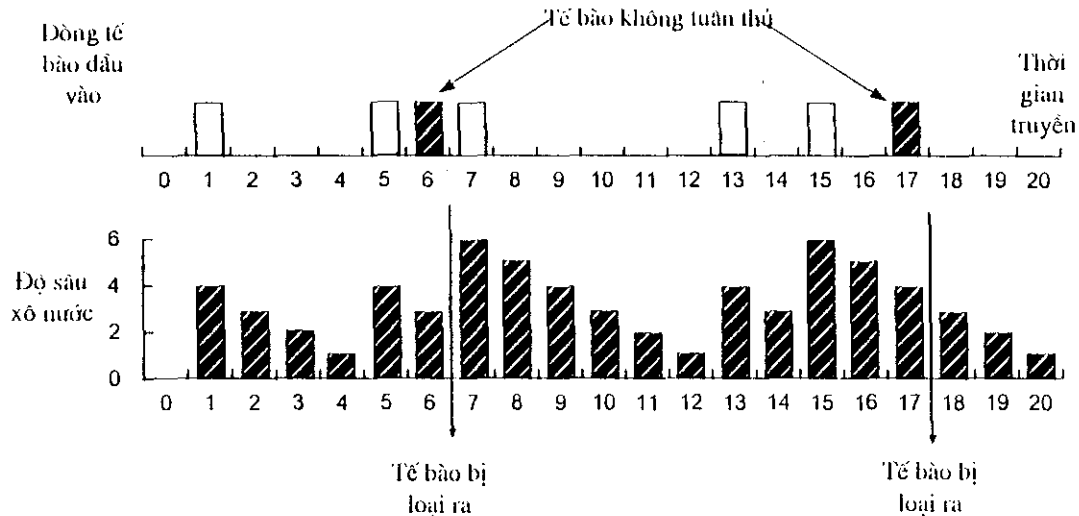
Thuật toán này được đưa ra dựa trên sự mô phỏng một xô nước có một lỗ thủng ở đáy và nước chảy rò ra tại đó với một tốc độ nhất định, đó là tốc độ truyền tế bào ATM. Độ sâu của xô nước tương ứng với một tham số lưu thông hoặc một tham số đo khả năng chịu đựng. Tế bào được xem như là nước truyền đi thông qua một hoặc nhiều xô nước có lỗ thủng ở đáy để kiểm tra sự tuân thủ, bảo đảm truyền nước không nhiều quá sự cho phép. Bộ kiểm tra sẽ làm việc như sau: Khi một tế bào (cốc nước) được truyền đến, sẽ có sự kiểm tra xem nếu thêm tế bào đó vào có làm tràn bộ nhớ đệm (tràn xô nước) không. Nếu nó có thể làm tràn, hệ thống sẽ coi tế bào đó không tuân theo luật; còn ngược lại là tuân thủ đúng luật. Tế bào không theo luật sẽ bị loại ra ngoài (đổ xuống sàn nhà), tế bào tuân theo luật sẽ được đi vào bộ nhớ, điều này đảm bảo sự kiểm tra chính xác của hệ thống đối với các tế bào kế tiếp.



Hình 2.6 : Biểu đồ minh họa dòng tế bào truyền đi tuân thủ đúng tham số truyền.

Theo ví dụ trên hình 2.6, giả sử mỗi tế bào chiếm 4 đơn vị thời gian, và mỗi bộ nhớ đệm (giỏ) có thể chứa bằng 6 đơn vị thời gian truyền tế bào (1.5 tế bào). Đơn vị thời gian truyền tế bào là chính là tốc độ rò của giỏ, ở đây cũng có nghĩa là tại mỗi đơn vị thời gian truyền tế bào một phần tư tế bào được truyền đi.

Khi tế bào đầu tiên đến, tại thời điểm đầu (đơn vị thời gian truyền tế bào), hệ thống tìm thấy giở rỗng không, và tế bào được đưa vào, làm giở tăng đến ở mức 4 đơn vị thời gian. Tại thời điểm thứ 3, một tế bào nữa tiếp tục đến, lúc này lỗ rỗng đã truyền đi được 2 đơn vị truyền (nửa tế bào) nên hoàn toàn có thể nhận được tế bào này để làm đầy giở ở mức 6 đơn vị thời gian truyền tế bào. Rõ ràng là nếu cách 4 đơn vị thời gian mà ta đưa vào 1 tế bào (ở khoảng thời gian thứ 7,11,15,19) thì tế bào đó được coi là tuân thủ đúng luật.



Hình 2.7 : Biểu đồ minh họa dòng tế bào truyền đi không tuân thủ đúng tham số truyền.

Bây giờ xét ví dụ tiếp theo trên hình 2.7, bằng phương pháp trên ta thấy ngay rằng tế bào được đưa vào tại thời điểm thứ 6 và 17 là không tuân theo luật chơi, mà nếu nó được đưa vào sẽ làm tràn giở đựng tế bào (lên đến 7 và 8 đơn vị thời gian truyền, trong khi giở chỉ đựng nhiều nhất bằng 6 đơn vị thời gian truyền tế bào).

2.7 Những bộ tham số điển tả lưu thông và khả năng chịu đựng.

Tham số tốc độ truyền tế bào PCR và tốc độ truyền tế bào SCR được chính thức định nghĩa trong khuyến nghị I.371 của ITU/CCITT và ATM Forum UNI Specification. Những tham số này được định rõ trong diện dịch vụ hệ thống hoặc tại thời điểm đăng kí, hoặc được định nghĩa hoàn toàn bởi mạng theo các luật mặc định sẵn.

Tốc độ truyền tế bào PCR được hình thành theo kiểu tốc độ tháo nước trong xô thùng đáy. Trong đó dung sai biến trễ truyền tế bào CDVT được định nghĩa như là độ sâu của xô nước cho sự kiểm tra sự tuân thủ theo tốc độ PCR đối với hoặc các tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ $CLP = 0$ hoặc cho tất cả các tế bào (tức là có $CLP = 0 + 1$).

Tốc độ truyền tế bào SCR được hình thành theo kiểu tốc độ tháo nước trong xô thùng đáy. Trong đó, khả năng chấp nhận được sự bùng nổ số liệu truyền (tỷ lệ với kích thước bùng nổ số liệu lớn nhất MBS) được định nghĩa là độ sâu của xô nước cho sự kiểm tra sự tuân thủ tốc độ truyền tế bào SCR. Nó được định nghĩa theo công thức sau đây trong ATM Forum UNI Version 3.0 Specification:

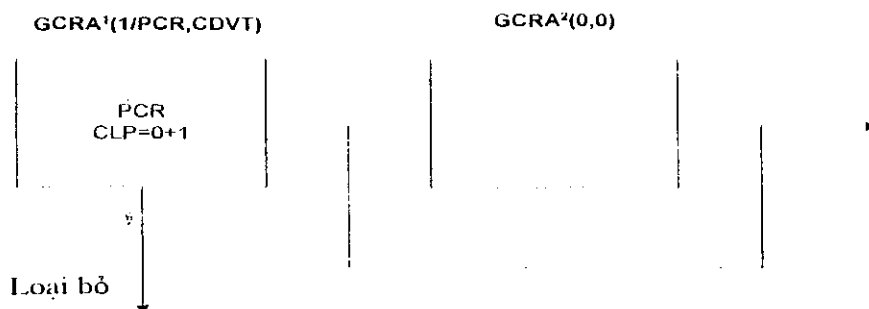
$$BT = (MBS - 1) \left(\frac{1}{SCR} + \frac{1}{PCR} \right).$$

Khả năng chấp nhận sự bùng nổ số liệu truyền BT cho tốc độ truyền tế bào SCR không đơn giản chỉ là kích thước bùng nổ số liệu lớn nhất MBS bởi vì tốc độ tháo nước của xô nước lại là tốc độ được đưa ra bởi SCR. Công thức này được xác định bởi việc tính độ sâu của xô nước cho các tế bào của MBS đến với tốc độ của PCR, trong khi dòng nước chảy ra qua lỗ rò bởi tốc độ đưa ra của SCR. ATM Forum đưa ra những sự kết hợp sau đây dựa trên 2 loại tham số chính là tham số truyền (PCR, SCR) và các tham số đo khả năng chịu đựng của mạng (CDVT, MBS) để phối hợp quản lý mạng như sau:

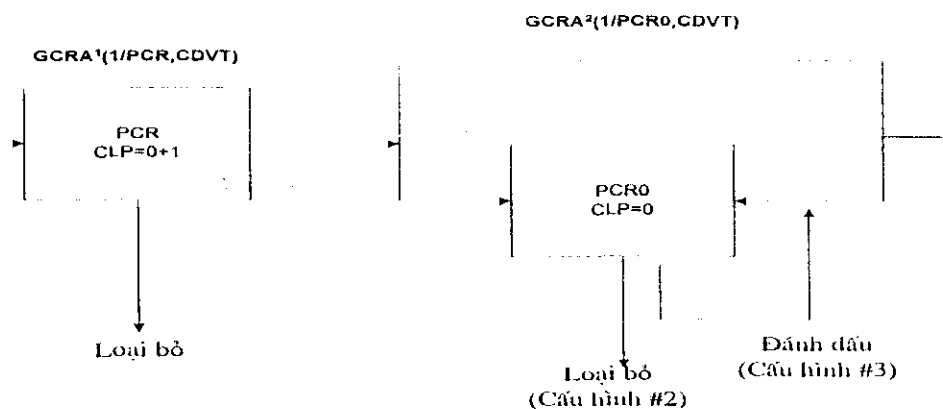
1. PCR với các tế bào có $CLP = 0 + 1$.
2. PCR với các tế bào có $CLP = 0 + 1$ và PCR không đánh dấu đối với tế bào có $CLP = 0$.
3. PCR với các tế bào có $CLP = 0 + 1$ và PCR có đánh dấu đối với tế bào có $CLP = 0$.
4. PCR với các tế bào có $CLP = 0 + 1$ và SCR+MBS không đánh dấu đối với tế bào có $CLP = 0 + 1$.
5. PCR với các tế bào $CLP = 0 + 1$ và SCR+MBS không đánh dấu đối với tế bào có $CLP = 0$.

6. PCR với các tế bào có $CLP = 0 + 1$ và $SCR + MBS$ có đánh dấu đối với tế bào có $CLP = 0$.

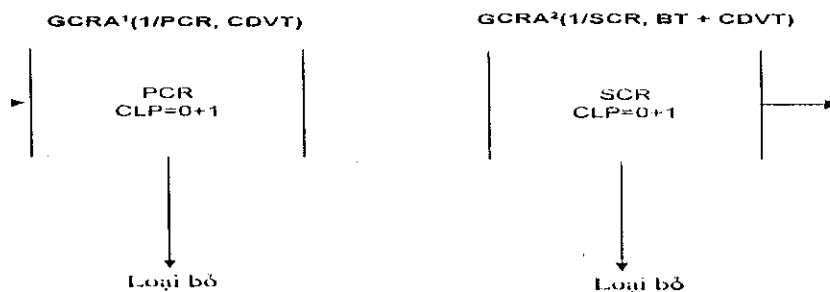
Hình 2.8 giới thiệu thuật toán chung minh họa việc đưa các tham số phối hợp trên vào trong thực tế. Hàm $GCRA(I, L)$ có biến I là biến tăng, và biến L là ngưỡng hạn chế.



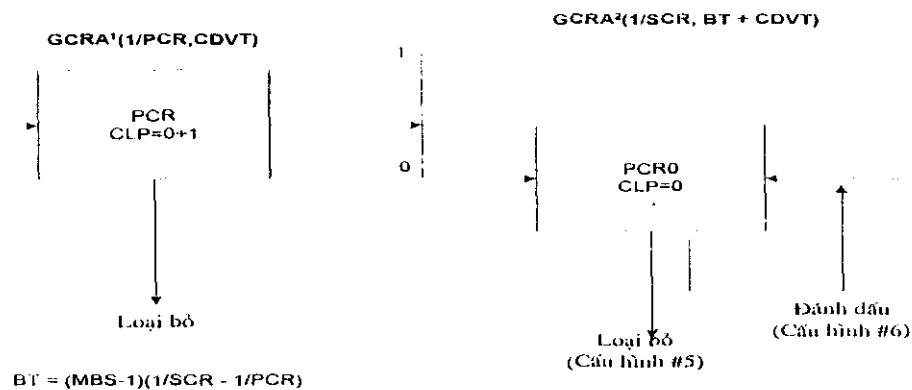
Hình 2.8.1: Cấu hình 1



Hình 2.8.2 : Cấu hình 2, 3.



Hình 2.8.3: Cấu hình 4.



Hình 2.8.4 : Cấu hình 5 và 6.

Cấu hình 1 đưa ra việc kiểm tra dựa trên PCR đối với tất cả các tế bào truyền (có $CLP = 0 + 1$). Đây là cấu hình tối thiểu với PCR có CDVT như là một biến để thay đổi ngưỡng. Việc thay đổi (ví dụ tăng) CDVT dẫn đến thay đổi được ngưỡng để loại bỏ tế bào (giảm số tế bào bị loại ra). Cấu hình 2 kiểm tra sự tuân theo PCR đối với các tế bào có $CLP = 0$ và thu nhận các tế bào có $CLP = 0 + 1$ bằng một bộ kiểm tra riêng khác. Cấu hình 3 khá giống cấu hình 2 nhưng sẽ đổi trường CLP từ 0 đến 1 cho những tế bào có $CLP = 0$ nhưng vượt quá PCR. Cấu hình 2 và 3 này có thể được áp dụng với tín hiệu Video, với các tín hiệu quan trọng (mã hóa mức ở kép) được mã hóa có $CLP = 0$ và không quan trọng mã hóa $CLP = 1$. Cấu hình 4 kiểm tra tốc độ PCR và tốc độ truyền SCR cho cả 2 loại tế bào truyền có $CLP = 0 + 1$, loại bỏ bất cứ tế bào nào vi phạm một trong hai thuật toán. Cấu hình 5 và 6 khá giống với cấu hình 2 và 3, tuy nhiên nó kiểm tra cả tốc độ PCR và tốc độ truyền SCR. Trong ATM Forum UNI Version 3.0 Specification, cấu hình 5 có thể được dùng để mô phỏng quản lý loại truy nhập SMDS và cấu hình 6 được dùng để mô phỏng truy nhập Frame Relay.

3. ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG THÔNG TIN.

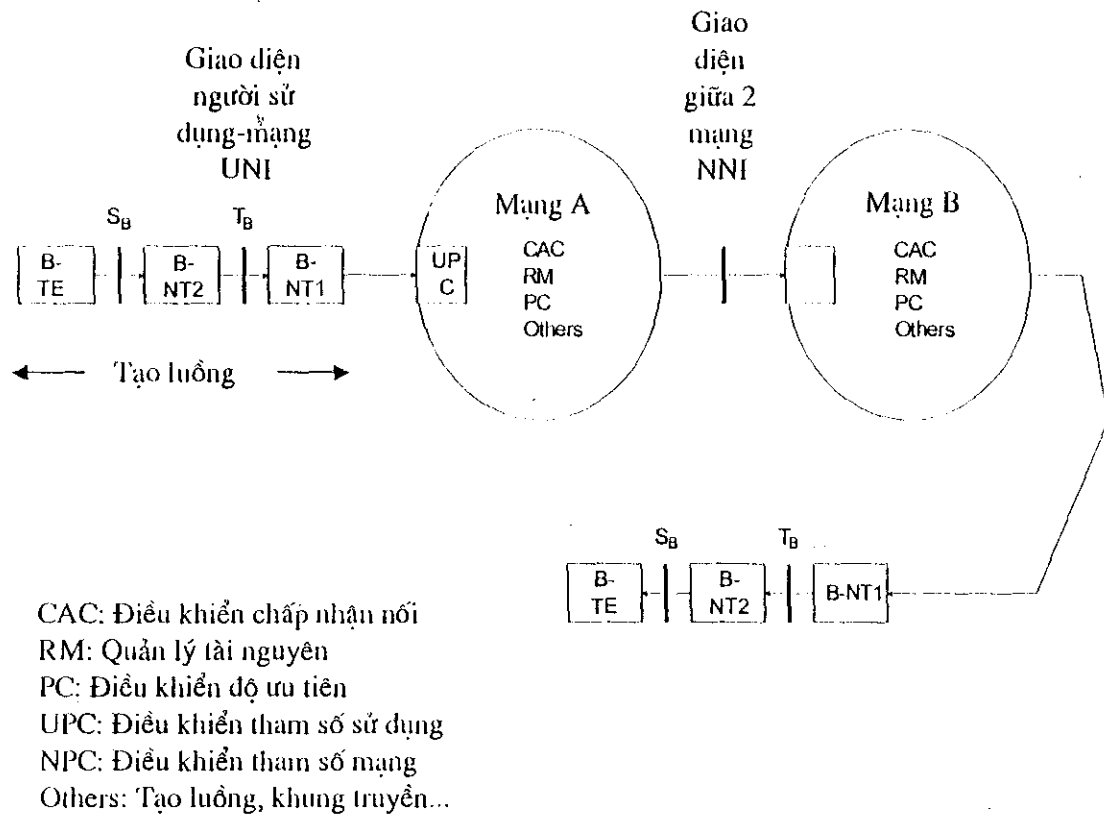
3.1 Giới thiệu.

Chương này nhằm giới thiệu khái niệm điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn và chỉ ra rằng ở đâu có thể xảy ra tại thiết bị đầu cuối hay trên mạng. Biểu đồ thời gian cho việc quản lý lưu thông và tắc nghẽn được tổng kết lại. Bộ điều khiển tham số người sử dụng/mạng UPC/NPC sẽ đánh dấu bit ưu tiên bị loại bỏ CLP ra sao, loại bỏ tế bào thế nào, và việc giám sát.. được giới thiệu cùng với sử dụng thuật toán xô nước có lỗ rò. Việc thực hiện UPC dựa trên việc thiết lập phương pháp “ Nhảy ” của cửa sổ thời gian cũng được xem xét và so sánh với thuật toán xô nước có lỗ rò để chỉ ra sự khác nhau giữa các tế bào không tuân thủ, tỷ lệ khác nhau của việc phát hiện ra tế bào không tuân thủ. Khái niệm về sự ưu tiên hàng chờ cũng được giới thiệu và chỉ ra làm thế nào để có thể cung cấp cho nhiều cấp QoS. Sự ứng dụng của trường điều khiển dòng thông tin chung GFC trong tiêu đề của tế bào ATM để thiết lập sự ghép kênh cũng được xem xét. Cũng giới thiệu chức năng điều khiển lưu thông ở tại thiết bị đầu cuối được gọi là “ tạo dòng ” mà nó cố gắng chuyển dòng tế bào phát đi tuân theo hợp đồng lưu thông. Cũng giới thiệu các phương pháp tạo dòng lưu thông sử dụng thuật toán xô nước có lỗ rò và các phương pháp khác. Vai trò của điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC hoạt động tại thời điểm yêu cầu cuộc gọi nhằm bảo đảm QoS được thực hiện cho cả đường đang hoạt động và đường yêu cầu cũng được giới thiệu. Sự luận bàn đến nó sau đó đã chuyển đến vai trò quản lý tài nguyên mạng và đặc biệt là việc sử dụng đường ảo VP để đơn giản hóa vấn đề cũng được bàn tới. Và cuối cùng là giới thiệu đến việc quản lý nhanh nguồn tài nguyên FRM bao gồm các kỹ thuật giành sẵn băng thông và bộ đệm tại các nút chuyển mạch.

3.2 Điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn.

Phần này sẽ đưa ra cái nhìn tổng quát về điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn. Một sự tham khảo tổng quát sẽ được xem xét từ ATM Forum I.371 như hình 3.1 biểu thị sự xếp đặt của các loại lưu thông khác nhau và những chức năng điều khiển tắc nghẽn. Việc tạo dòng lưu lượng để truyền các tế bào tuân theo các tham số lưu thông có thể được thực hiện ở thiết bị đầu cuối. Trên thực

tế, công việc này có thể được thực hiện tại nút chuyển mạch của mạng như đối với các thiết bị chuyển mạch mới nhất của hãng Nortel. Sau đó sự tuân theo các tham số lưu thông đó lại được kiểm tra, khống chế bởi chức năng điều khiển tham số người sử dụng UPC của mạng tại các giao diện UNI. Cũng bằng biện pháp tương tự, bộ điều khiển tham số mạng NPC được dùng để kiểm tra sự tuân thủ của dòng tế bào giữa các mạng ATM. Các chức năng mạng khác như bộ điều khiển chấp nhận cuộc gọi nối đường CAC, quản lý tài nguyên RM, điều khiển độ ưu tiên, và nhiều chức năng khác nữa có thể được sử dụng.



Hình 3.1 : Sơ đồ tổng quát của các chức năng điều khiển lưu thông và tắc nghẽn.

Trong điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn, biểu đồ thời gian đáp ứng vận hành điều khiển của mạng cũng là những tham số quan trọng. Nó được minh họa như trên hình 3.2. Khoảng thời gian có giá trị nhỏ nhất mà sự điều khiển lưu lượng và tắc nghẽn có thể thực hiện được là bằng thời gian truyền một tế bào (khoảng 10 μ giây với tốc độ DS3 và 3 μ giây với tốc độ STS -3c). Và lâu hơn có thể là bằng một vòng thời gian lan truyền trong sự phản hồi của việc điều khiển

tắc nghẽn. Một yếu tố khác có thể làm thay đổi lưu lượng của đường truyền là sự tiếp nhận các yêu cầu thiết lập hoặc hủy bỏ các mạch SVC hoặc sự cung cấp đường PVC. Công việc này đòi hỏi thời gian thậm trí lâu hơn cả một vòng khứ hồi. Những thủ tục quản lý mạng và kỹ thuật mạng có tính chất lâu dài vì vậy nó phải đòi hỏi phải có khoảng thời gian lớn hơn nhiều mới có thể đáp ứng được, khoảng thời gian này được tính đến bằng hàng giờ, ngày, thậm trí hàng tháng và năm để lập những kế hoạch cho những mạng lớn.

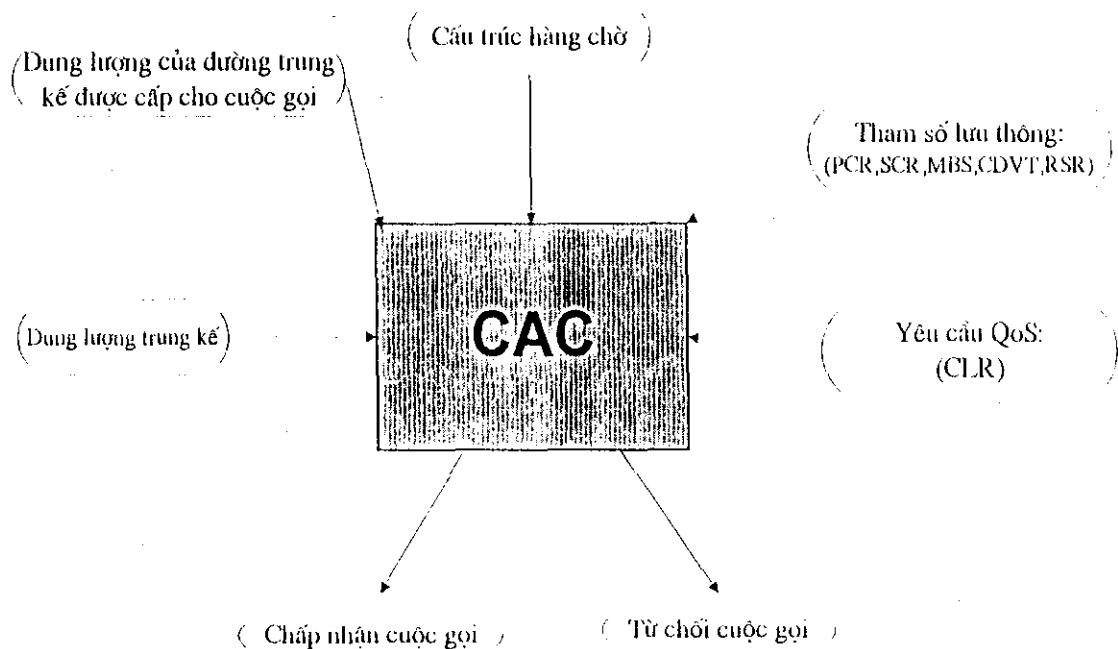
Những chức năng điều khiển lưu thông và tắc nghẽn Những ví dụ	Thời gian phản hồi
Loại bỏ tế bào, điều khiển ưu tiên, điều khiển bộ đệm, tạo luồng lưu thông, UPC...	Thời gian truyền một tế bào
Những điều khiển phản hồi...	Thời gian của vòng lan truyền trên mạng
Định đường, xác lập và điều khiển chấp đường, phân chia tài nguyên	Thời gian giữa các cuộc gọi, nối đường
Những điều khiển quản lý mạng có tính tập chung...	
Những thủ tục quản lý thiết kế mạng có tính chiến lược, lâu dài...	

Hình 3.2 : Biểu đồ thời gian của điều khiển tắc nghẽn và lưu thông.

3.3 Điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC.

Điều khiển chấp nhận cuộc nối là chức năng phần mềm trong chuyển mạch ATM, có nhiệm vụ xem xét để quyết định hoặc đồng ý hoặc từ chối yêu cầu kết nối tuyến thông tin. Có thể nói CAC là một trong những chức năng quan trọng nhất trong điều khiển mạng ATM.

Yêu cầu nối đường sẽ đưa ra các tham số lưu thông và loại chất lượng dịch vụ QoS yêu cầu. CAC sẽ quyết định xem yêu cầu nối đường đó có thể chấp nhận được không tại thời gian cung cấp đường PVC hoặc ở tại thời điểm cuộc gọi SVC. CAC chỉ có thể chấp nhận yêu cầu nếu chắc chắn rằng chất lượng dịch vụ QoS đang cung cấp cho các cuộc nối khác đang hoạt động không bị giảm dưới tham số của hợp đồng lưu thông. Từ những yêu cầu được chấp nhận, CAC sẽ quyết định các tham số lưu thông, bảng chuyển mạch và định ra các tài nguyên khác của mạng như là kích thước rỗng của bộ đệm, độ rộng băng thông và các chuyển mạch nội tại trong nút chuyển mạch. Đây chính là bước đầu tiên trong chuỗi các hoạt động của điều khiển lưu thông, nó quyết định các tham số lưu thông làm tiền đề cho các hoạt động sau này.



Trong đó:

CLR : Tỷ số tế bào bị mất (Cell loss ratio)

CDVT : Dung sai biến trễ (Cell delay variation tolerance)

MBS : Kích thước bùng nổ số liệu lớn nhất (Maximum burst size)

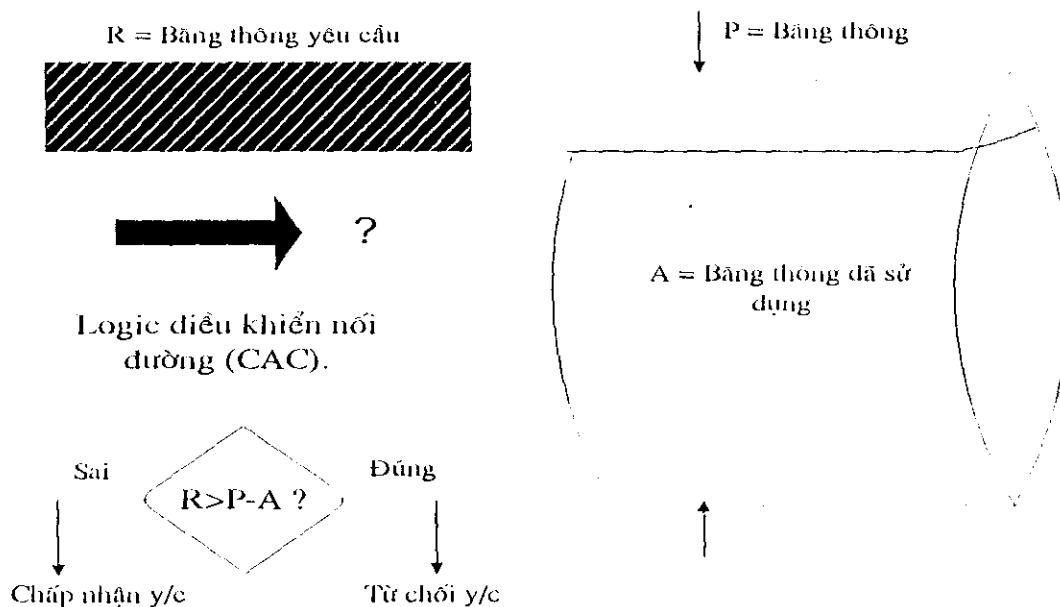
PCR : Tốc độ đỉnh truyền tế bào (Peak cell rate)

RSR : Tốc độ yêu cầu tạo dòng tế bào (Requested shapping rate)

SCR : Tốc độ truyền tế bào trung bình (Sustained cell rate)

Hình 3.3 : Các tham số của điều khiển chấp nhận nối đường CAC.

CAC phải hoạt động đơn giản, nhanh, cho tốc độ chuyển mạch cao và quan hệ chặt chẽ với các tham số thông lượng (traffic descriptor). Thuật toán đơn giản nhất của CAC là liên quan đến tốc độ PCR, yêu cầu nối đường không thể chấp nhận được nếu như tổng của tất cả các tốc độ PCR vượt quá băng thông của đường trung kế, điều này được minh họa trong hình 3.4. Một yêu cầu nối đường với băng thông R được gửi tới bộ phân tích tính hợp lý của tốc độ PCR của CAC. Giả sử, băng thông của cả đường trung kế là P. Trên đường trung kế đó, một dải của băng thông A đã bị chiếm do các đường kết nối đang sử dụng. Như vậy, nếu độ rộng băng thông yêu cầu nhỏ hơn độ rộng băng thông còn lại trên đường trung kế nghĩa là $R < P - A$ thì yêu cầu nối được chấp nhận và đối với trường hợp ngược lại sẽ bị từ chối. Trong thực tế, ngưỡng này có thể không yêu cầu chặt chẽ quá như vậy, do ảnh hưởng của các tham số dung sai biến trễ truyền CDVT, kích thước bộ đệm đối với một tỷ lệ mất mát tế bào CIR và khả năng biến trễ cho phép theo hợp đồng thông lượng. Do đó, CAC có thể cho phép vượt quá (over booking) để tăng hiệu suất đường truyền. Nhưng đồng thời với nó là khả năng tắc nghẽn tăng lên.



Hình 3.4 : Minh họa điều khiển chấp nhận nối đường sử dụng tham số tốc độ PCR.

3.4 Điều khiển tham số sử dụng/mạng (UPC/NPC).

Những hoạt động của mạng liên quan đến việc bảo đảm rằng người sử dụng hoặc các mạng liên quan khác phải tuân thủ theo luật truyền đồng tế bào ATM tới mạng của mình được gọi là sự điều khiển tham số sử dụng UPC hoặc sự điều khiển tham số mạng NPC.

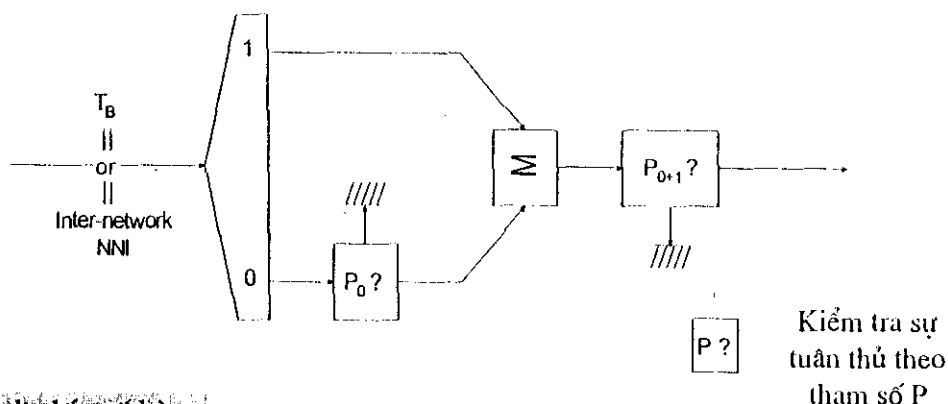
Sẽ là khá tương hợp khi ta so sánh công việc của UPC/NPC đối với mạng và của cảnh sát đối với xã hội. Cảnh sát có nhiệm vụ triển khai, thực thi luật pháp, đảm bảo sự đối xử công bằng đối với tất cả mọi người trong xã hội. Còn UPC/NPC thì thực hiện điều này bằng cách bảo đảm băng thông và các nguồn tài nguyên mạng được phục vụ đúng tới người sử dụng theo như hợp đồng lưu thông. Nếu không có UPC/NPC, tình trạng có thể dẫn đến bất công khi một người sử dụng có thể chiếm cả băng thông đường truyền. UPC/NPC kiểm tra sự tuân thủ của đồng tế bào truyền đến theo các tham số truyền mà nó được thỏa thuận tại thời điểm nối mạch. Việc kiểm tra được tóm lược lại trong sơ đồ 3.5.

Có nhiều thuật toán để kiểm tra sự tuân thủ các tham số truyền, trong đó ta có thể tóm tắt lại là có 2 phương pháp chính để giải quyết vấn đề này, đó là:

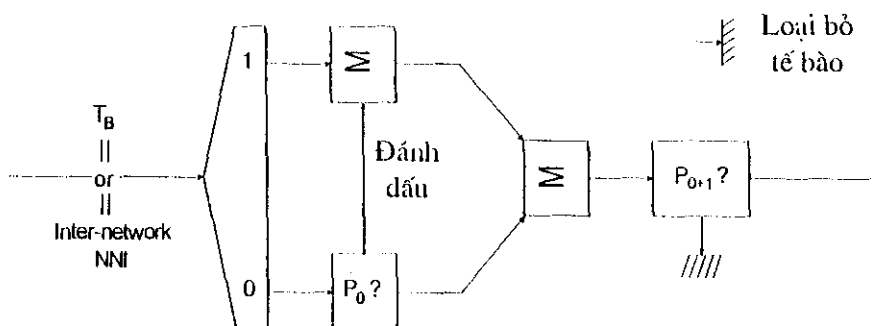
- Thuật toán *Xô nước có lỗ rò ở đáy* để kiểm tra sự tuân thủ các tham số truyền.
- Thuật toán *Cửa sổ thời gian* liên quan tới giới hạn số tế bào có thể truyền được trong một cửa sổ thời gian.

Tiếp sau đây ta sẽ nghiên cứu 2 ví dụ về sử dụng 2 thuật toán trên, trong UPC/NPC.

a.) Không đánh dấu tế bào



b.) Đánh dấu tế bào



Hình 3.5 : Những hoạt động của UPC/NPC.

3.4.1 UPC/NPC dùng thuật toán xô nước có lỗ rò

Thông qua thuật toán xô nước có lỗ rò, UPC / NPC thực hiện việc tuân thủ hợp đồng lưu thông của dòng tế bào ATM cũng như thực hiện việc loại bỏ tế bào các tế bào phạm luật. Các công việc chính được thực hiện tại UPC và NPC bao gồm:

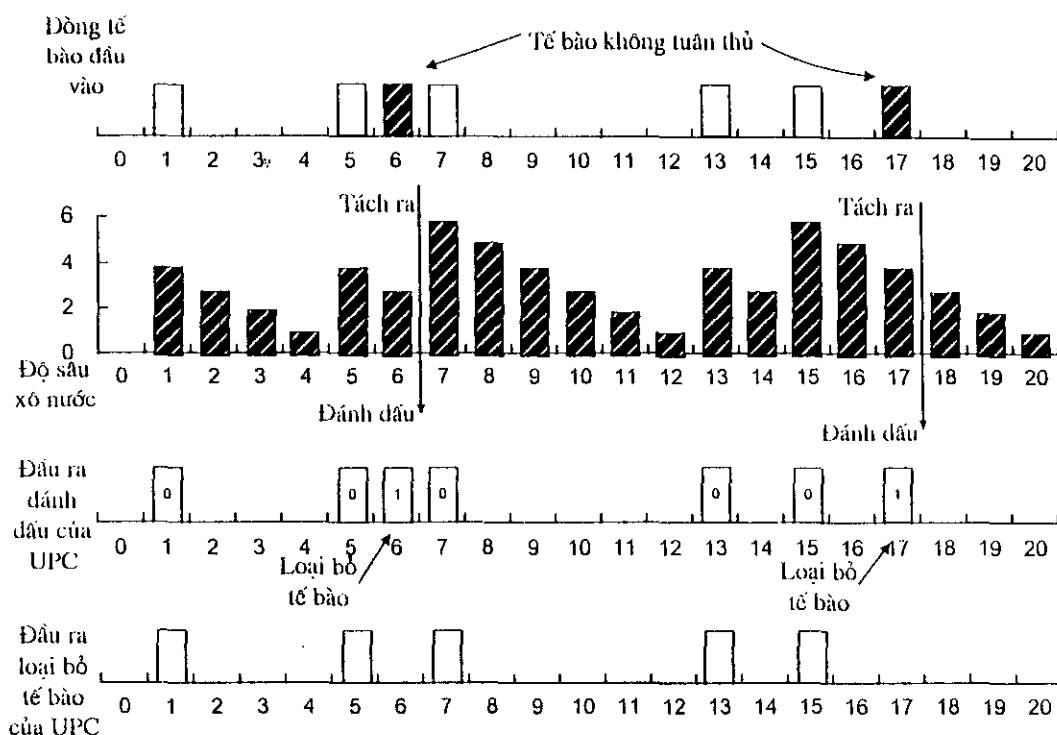
+ Phép tách ra (Dump) : Tách các tế bào không tuân thủ luật của hợp đồng lưu thông.

+ Phép đánh dấu (Tag) : Là xác lập bit CLP = 1 cho những tế bào không tuân thủ và đã bị loại ra bởi phép tách ra.

+ Phép loại bỏ (Discard) : Là loại bỏ, không cho tế bào có CLP = 1 được tiếp tục phát đi nữa.

+ Phép giám sát (Monitor): Đơn giản chỉ là để đếm xem đã có bao nhiêu tế bào không tuân thủ.

Đó chính là bốn công việc có thể được thực hiện ở UPC được minh họa như trên hình 3.6.

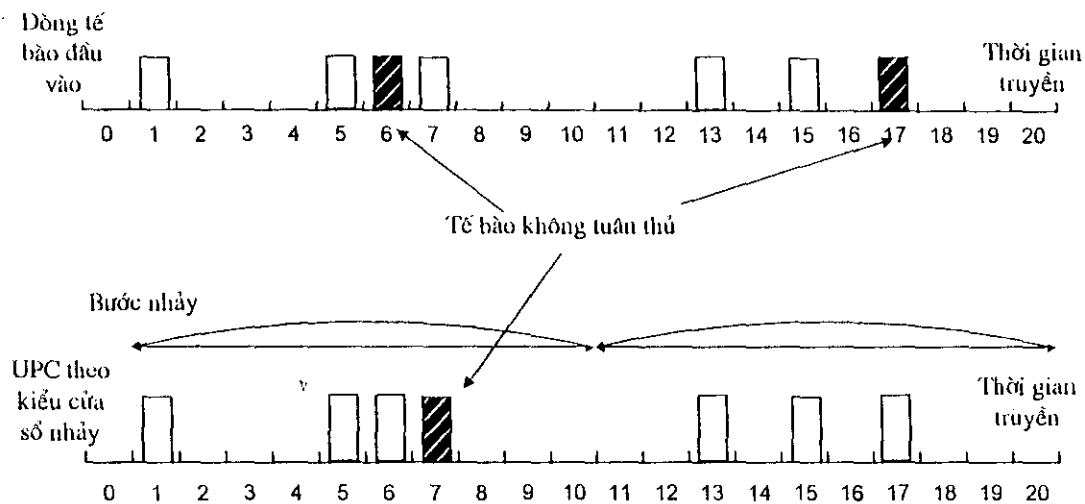


Hình 3.6 : Thuật toán lỗ rò được thực hiện trong UPC.

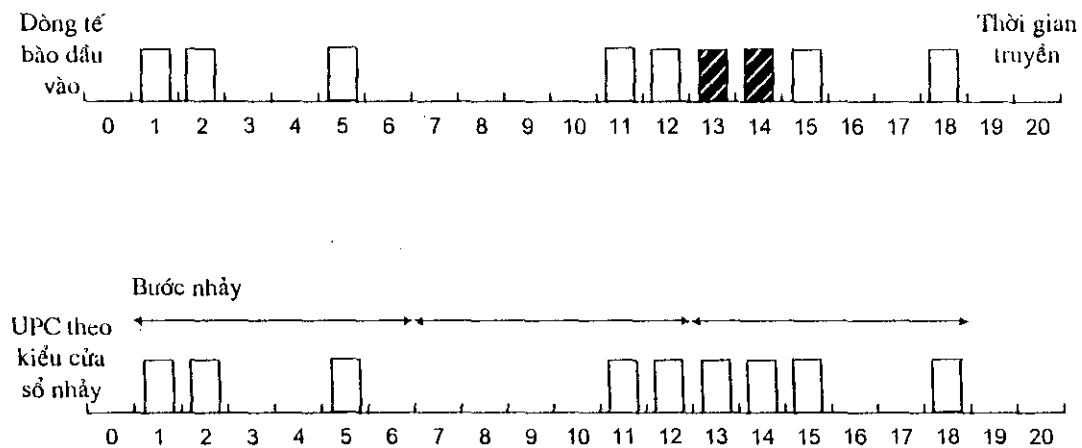
3.4.2 UPC dùng thuật toán cửa sổ thời gian.

Tiếp theo ta sẽ xét đến phương pháp này với dòng số liệu có các tế bào không tuân thủ như ở phương pháp xô nước có lỗ rò. Trong phương pháp này, người ta phải đưa ra được quan hệ giữa số tế bào truyền được lớn nhất M trong khoảng cửa sổ thời gian cố định tính bằng N đơn vị thời gian truyền tế bào. Từ hình vẽ 3.7 ta thấy rằng ở trường hợp tối nhất dòng tế bào có nhiều nhất 3 tế bào được truyền đi trong 10 đơn vị thời gian truyền tế bào. Do đó trong ví dụ sẽ có $M = 3$ và $N = 10$. Tham khảo thuật toán này theo giản đồ "nhảy" cửa sổ, nó sẽ nhảy cửa sổ có N đơn vị sang phải N đơn vị thời gian. Từ đó ta có tế bào thứ tư bị coi như không tuân thủ (so với tế bào thứ 3 và thứ 7 trong thuật toán trước). Như vậy, ở các phương pháp khác nhau vị trí của tế bào không tuân thủ được tìm ra khác nhau, và số tế bào không tuân thủ cũng có thể khác nhau cho cùng một dòng tế bào truyền. Hình 3.8 đưa ra một ví dụ khác về vấn đề này. Nó dùng để chứng minh rằng việc loại ra tế bào nào là không tuân thủ trong một chuỗi tế bào

đang được truyền là có thể khác nhau với mỗi thuật toán. Các thuật toán có các tham số được chọn để chấp nhận một tế bào được truyền đi trong mỗi một chu kỳ 3 đơn vị thời gian truyền tế bào và cho phép 2 tế bào có thể được truyền liên tục. Tại thuật toán xô nước bị rò UPC, mỗi tế bào đến sẽ làm xô nước tăng lên là 3 đơn vị truyền tế bào, trong khi độ sâu của xô là 5 tế bào. Trong thuật toán cửa sổ có các tham số $M = 2$ và $N = 6$. Bây giờ ta đưa vào 10 tế bào. Thuật toán xô nước lỗ rò sẽ có 20 % tế bào không tuân thủ, và ở thuật toán cửa sổ thời gian có 30% tế bào không tuân thủ.



HÌNH 3.7 : THUẬT TOÁN CỦA SỐ NHẢY ĐƯỢC THỰC HIỆN TRONG UPC .



Hình 3.8 : Ví dụ cho sự khác nhau về việc phát hiện tế bào không tuân thủ trong các phương pháp khác nhau.

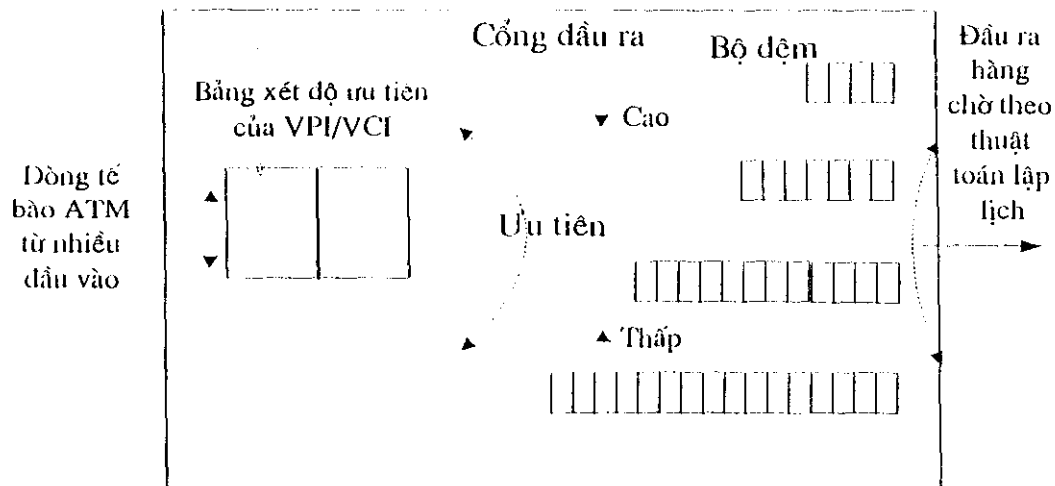
3. 5 Điều khiển độ ưu tiên PC.

Điều khiển độ ưu tiên có thể giúp dễ sử dụng được toàn giải của các tham số mất và trễ truyền tế bào của chất lượng dịch vụ QoS bởi một loạt các chương trình ứng dụng. Điều này được thực hiện bởi cái gọi là độ ưu tiên hàng chờ, kế hoạch dịch vụ, hoặc hợp lý hàng chờ. Về cơ bản, một loạt các hàng chờ được thiết lập ở trong các bộ chuyển mạch, do đó một đường ảo/ kênh ảo VPC/ VCC nào đó có nhu cầu truyền ngay, không trễ, nó có thể “nhảy” lên trước những kênh nào có khả năng chịu được sự trễ lớn hơn.

Ưu tiên hàng chờ được định nghĩa là khác nhau đối với từng VPC và VCC khác nhau để có độ trễ và độ ưu tiên bị loại bỏ tế bào khác nhau. Nó được miêu tả trong sơ đồ 3.9. Trong ví dụ này chức năng ưu tiên hàng chờ thực hiện ở đầu ra của bộ chuyển mạch. Dòng tế bào đi đến (trên một loạt cổng đầu vào) được kiểm tra xem giá trị ưu tiên của nó ra sao và sau đó sẽ được đưa đến một trong những hàng chờ cho đầu ra. Cổng ra phân phát cho từng hàng chờ tùy theo chức năng lập kế hoạch phân phát chi tiết.

Một ví dụ cho việc lập kế hoạch hàng chờ là đối với hàng có độ ưu tiên cao nhất, cứ khi nào không còn chỗ trống trong hàng chờ thì nó sẽ được phát ngay. Điều này đảm bảo rằng bộ nhớ đệm sẽ có khả năng mất tế bào, và trễ nhỏ nhất. Những chức năng lập kế hoạch khác có thể là đưa ra sự biến đổi trễ truyền thông qua các hàng chờ. Một chức năng là chỉ gửi tế bào đi trước khi giá trị trễ lớn nhất cho phép đạt tới. Điều này có thể tạo sự biến đổi về độ trễ giảm đi nhiều cho những đường có độ ưu tiên hàng chờ thấp. Điều này có tầm quan trọng đặc biệt tại tốc độ thấp đối với những giao thức dựa trên cơ sở cấu trúc khung như Frame Relay.

Các bộ đệm riêng rẽ có thể được thiết lập tại mỗi cổng ra hoặc ở giữa cổng ra và cổng vào. Người ta cũng có thể dùng chỉ một bộ nhớ cho chung một loạt các cổng và / hoặc cho chung một loạt các độ ưu tiên khác nhau. Nếu sự chia bộ nhớ được sử dụng theo kiểu đó, thì việc giới hạn các kích thước của hàng chờ sẽ được thiết lập nhờ những bộ điều khiển phần mềm.

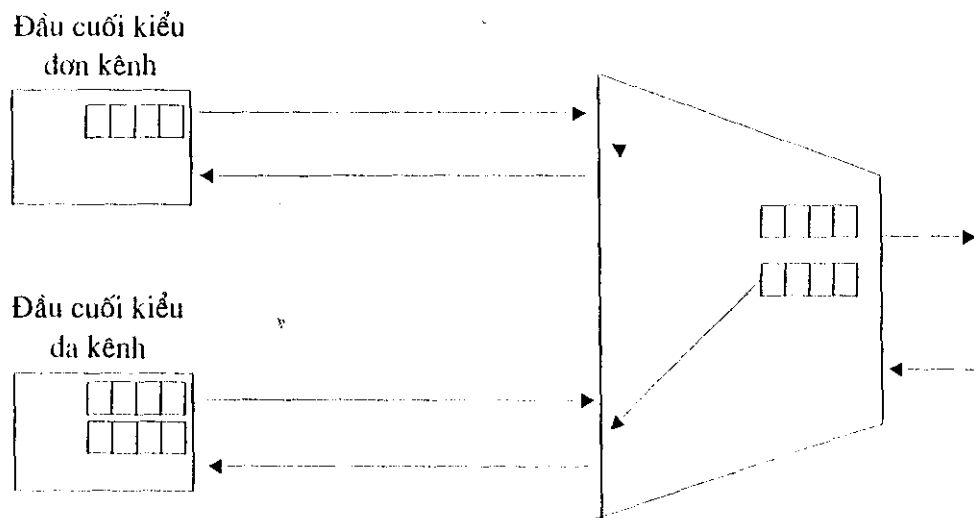


Hình 3.9 : Sơ đồ minh họa cho hoạt động ưu tiên hàng chờ.

3.6 Điều khiển dòng lưu thông chung GFC.

Khái niệm điều khiển dòng lưu thông chung đã được xem xét vài năm gần đây và đang trong quá trình tiêu chuẩn hoá. Khởi đầu nó được xem như một phương tiện để cung cấp một chức năng giống như giao thức phân phát hàng chờ trên bus kép (Distributed Queue Dual Bus - DQDB Protocol) với việc truy nhập đường truyền dùng chung. Nó bắt đầu được xem xét dựa vào tiêu chuẩn hoá vào khoảng năm 1994, 1995 với cấu hình điểm - đối - điểm, mà ở đó nó cho phép chia đường truyền trung kế ra theo kiểu ghép kênh cho phép nhiều người sử dụng thông qua việc dùng trường điều khiển kiểu thông lượng trên tiêu đề. Có bốn bit tên tiêu đề của tế bào ATM được dùng cho mục đích điều khiển dòng lưu thông chung GFC này. Do GFC nằm trên phần tiêu đề, nên nó không ảnh hưởng gì đến dung lượng điều khiển của VPI/VCI, được dùng để điều khiển sự ghép kênh tới thiết bị đầu cuối. Hai bit đầu của GFC để điều khiển và hai bit tiếp theo cho tham số. Bốn bit của GFC chiếm gần bằng 1% lượng tải của số liệu truyền trong một tế bào, nên rõ ràng nó là một tài nguyên quan trọng. Tuy nhiên đến nay người ta chưa sử dụng nó nhiều và phần lớn để trường GFC này ở chế độ mặc định tức là đặt tất cả các bit của trường bằng 0 (Zero) ứng với chế độ không điều khiển. Một đầu cuối có kết nối theo kiểu ghép kênh có thể có vài hàng chờ với những độ ưu tiên khác nhau. Trong khi đó một thiết bị đầu cuối dùng theo kiểu đường truyền đơn, thì chỉ có một hàng chờ. Như vậy đầu cuối có kết nối theo kiểu ghép kênh rõ ràng đã tăng khả năng linh động trong tổ chức hàng chờ (liên quan tới độ ưu tiên phát) cũng như khả năng điều khiển độ mất mát thông

tin. Giao thức giữa bộ ghép kênh và đầu cuối là không đồng cấp, bộ ghép kênh có khả năng điều khiển các đầu cuối, trong khi các đầu cuối chỉ được quyền đáp ứng hoặc chuyển chờ thông tin. Bộ ghép kênh có thể ra lệnh cho đầu cuối bắt đầu hoặc dừng truyền tin nếu đường truyền chung bị tắc nghẽn. Đầu cuối sẽ phải xác nhận từng lệnh của bộ ghép kênh. Nói chung còn rất nhiều điều về trường GFC này mà hiện nay nó còn đang được nghiên cứu để đưa vào sử dụng và chuẩn hóa.



Hình 3.10 : Sơ đồ minh họa cho chức năng và cấu hình của điều khiển dòng lưu thông chung GFC.

3.7 Tạo dòng lưu thông.

Một công việc quan trọng mà người sử dụng cần phải thực hiện là bảo đảm cho chuỗi tế bào được phát tới và phải tuân theo các tham số lưu thông mạng trong hợp đồng lưu thông. Phương pháp thực hiện nó đơn giản gọi là tạo dòng (Shaping). Nói một cách khác là thiết bị của người sử dụng, phải quản lý chuỗi tế bào sao cho đầu ra của nó truyền tới mạng phải tuân thủ các tham số lưu thông mạng theo đúng tham số truyền đã thỏa thuận được xác lập trên mạng dựa vào hợp đồng lưu thông, tại thời điểm mà nó xin nối mạng. Chức năng này được đưa ra như một chuẩn có tính chất không bắt buộc, nhưng nếu nó không được thực hiện, thì dẫn đến dòng tế bào có thể không tuân thủ hợp đồng lưu thông và mạng sẽ không bảo đảm thực hiện đúng theo chất lượng dịch vụ QoS của hợp đồng. Cũng như vậy, mạng cũng có thể phải dùng bộ tạo dòng lưu thông khi nó

chuyển các tế bào từ mạng này sang mạng khác để đảm bảo tốc độ truyền tuân theo đúng hợp đồng thông lượng giữa mạng với mạng hoặc để bảo đảm người nhận sẽ hoạt động một cách phù hợp.

3.7.1 Điểm mặt những phương pháp tạo dòng tín hiệu.

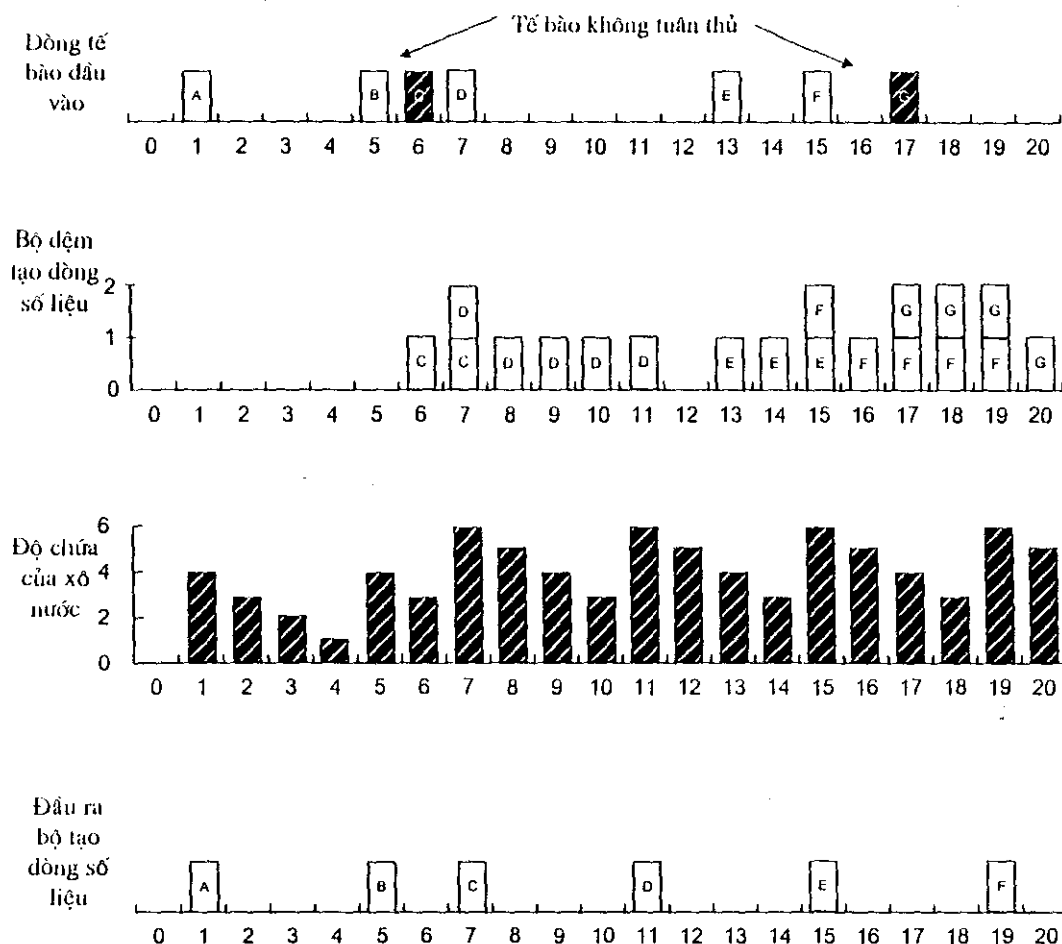
Sau đây là tóm tắt danh sách những phương pháp tạo dòng truyền tế bào được đưa ra trong các tiêu chuẩn và tài liệu :

- **Vùng đệm** hoạt động liên quan với thuật toán xô nước có lỗ rò để bảo đảm rằng các tế bào không vi phạm các tham số truyền của hợp đồng lưu thông bằng các bộ đệm chứa tạm thời các tế bào đến khi được thuật toán chấp nhận.
- **Khoảng cách truyền** liên quan đến việc giữ các tế bào trên các kênh ảo trong hàng chờ, sau đó đưa từng tế bào ra theo khoảng cách định sẵn, bảo đảm không vi phạm tham số lưu thông. Nó bảo đảm sự biến trễ đường truyền nhỏ nhất.
- **Giảm nhỏ tốc độ truyền tế bào PCR** đạt được bằng cách giảm tốc độ PCR gửi tế bào đi của đầu cuối nhỏ hơn so với tốc độ cho phép trong hợp đồng lưu thông, dẫn đến giảm nhỏ khả năng vi phạm.
- **Hạn chế chiều dài của sự bùng nổ số liệu truyền** giống như trên bằng cách giảm nhỏ kích thước của nó hơn là kích thước cực đại của sự bùng nổ số liệu truyền MB. trong hợp đồng lưu thông.
- **Hạn chế tốc độ của nguồn số liệu phát** là một hình thức tuyệt đối của tạo dòng số liệu truyền, nó xảy ra khi tốc độ nguồn bị hạn chế dưới nhiều cách khác nhau; ví dụ, trong mô phỏng đường DSI tốc độ nguồn vốn đã bị hạn chế.
- **Tạo khung** là thêm vào cấu trúc kiểu TDM lên trên dòng tế bào ATM, sử dụng cấu trúc khung này để định lịch trình cho những dòng tế bào nào mà nó yêu cầu điều khiển biến trễ vào trong khung thời gian tiếp theo.

3.7.2 Tạo dòng lưu thông bằng thuật toán xô nước có lỗ rò.

Bây giờ ta thử nghiên cứu bộ tạo dòng lưu thông sử dụng bộ đệm và thuật toán xô nước có lỗ rò. Thí dụ này sẽ chỉ ra làm thế nào để một dòng tế bào truyền không tuân theo các tham số lưu thông được biến đổi thành dòng tế bào truyền đúng luật nhờ sử dụng bộ đệm. Ví dụ này sẽ sử dụng dòng tế bào truyền

với cùng các tham số của thuật toán cái xô nước như trong ví dụ ở chương trước tức là sẽ có xô có độ sâu là 6 đơn vị thời gian truyền và mỗi tế bào chiếm 4 đơn vị thời gian truyền.



Hình 3.11 : Ví dụ về bộ tạo đồng lưu thông trên cơ sở bộ nhớ đệm.

Chức năng “ Dừng lại ” thay cho chức năng “ Loại ra ” cho những tế bào không tuân theo luật. Lệnh “ Dừng lại ” là nguyên nhân một tế bào sẽ được cất trong bộ đệm, nếu như nó vi phạm luật chơi, tức là nếu chấp nhận nó sẽ làm tràn xô nước. Lệnh “ Đi tiếp ” cho phép tế bào được truyền đi đến xô nước ngay khi nó có thể chấp nhận tế bào mà không làm tràn xô nước.

Hình 3.11 đưa ra một chuỗi tế bào được đánh dấu từ A đến F, và tế bào không tuân thủ được đánh dấu đen. Các tế bào A và B là tuân thủ, tiếp đến tế bào C đi đến và rõ ràng là nó không tuân thủ, do đó nó bị bắt phải dừng lại, tổng

vào bộ đệm. D đến ngay sau C, vì vậy lệnh dừng lại cũng được thực hiện với tế bào D. Cũng tại thời điểm đó xô nước có khả năng nhận thêm tế bào, và do đó lệnh “Đi tiếp” cho phép truyền C vào trong xô nước. Tại thời điểm 11, lệnh “Đi tiếp” lại tiếp tục cho phép D được vào xô nước. Tại thời điểm 13, E đến và nó phải buộc chui vào nằm tạm trong bộ đệm, sau đó là F, và tại thời điểm này E được ra khỏi bộ đệm. Do đó ta được một dòng tế bào truyền đi theo đúng luật.

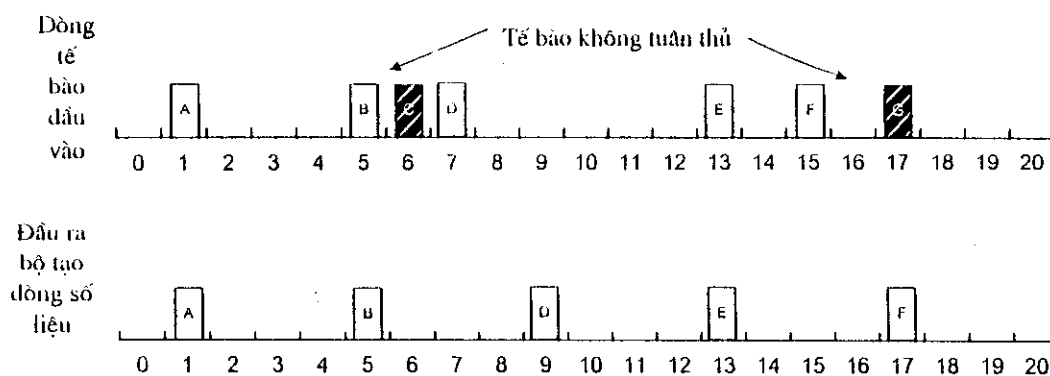
Bộ tạo ra dòng lưu thông kiểu này nhận tất cả các tế bào từ nguồn và không loại bỏ bất kỳ tế bào nào. Thuật toán này đảm bảo dòng tế bào ra không bao giờ vi phạm các tham số lưu thông.

3.7.3 Tạo dòng lưu thông theo kiểu duy trì khoảng cách truyền tế bào cố định.

Một phương án nữa cho chức năng điều khiển lưu thông UPC/NPC là điều khiển khoảng cách truyền tế bào. Việc thiết lập này dẫn đến đầu ra không bao giờ được vi phạm khoảng cách cố định giữa các tế bào truyền, và đồng thời có thể loại bỏ những tế bào.

Phương pháp này có một bộ có chức năng tạo khoảng cách truyền. Khoảng cách này được thực hiện bằng thuật toán lập kế hoạch ảo để tính thời gian phát lại nguyên tắc TRT do vậy đầu ra không bao giờ bị vi phạm luật về khoảng cách truyền tế bào danh định, và loại bỏ bất kỳ sự bùng nổ tín hiệu nào ở đầu vào mà nó không thể tạo được khoảng trống bằng một thuật toán giống như xô nước có lỗ rò.

Hình ví dụ 3.12 đưa ra một chuỗi tế bào truyền đi và có các tế bào không tuân thủ giống như ở ví dụ trước. Bộ tạo khoảng trống sẽ chỉ ra tế bào nào không truyền theo kế hoạch dự định và nó chìa thẻ TRT ra để bất tế bào đó truyền đúng khoảng cách dự định.



Hình 3.12 : Sơ đồ minh họa truyền theo kiểu giữ nguyên khoảng cách giữa các tế bào.

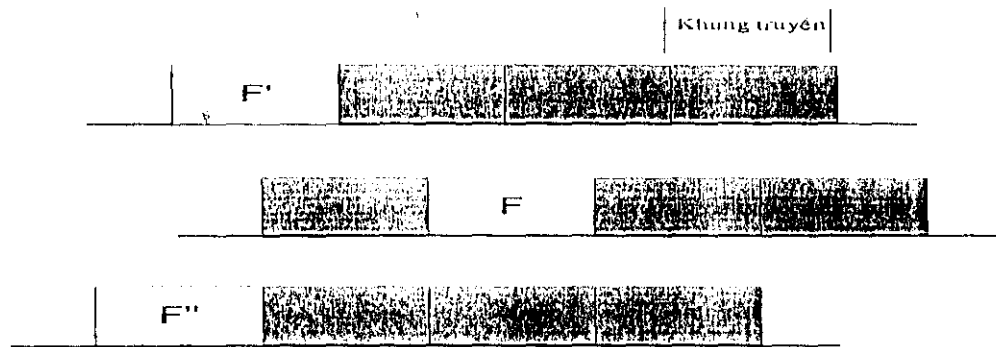
Lưu ý rằng đầu ra của bộ tạo khoảng trống là các tế bào truyền đi rất đều nhau, không bao giờ vi phạm khoảng cách giữa các tế bào. Điều này là thuận lợi cho những thiết bị đầu cuối đòi hỏi đường truyền có độ biến đổi trễ điều khiển được. Nó rất quan trọng cho những chức năng như truyền hình, truyền tiếng nói hoặc mô phỏng đường truyền thông thường. Có một điểm bất lợi của phương pháp này tế bào có thể bị loại nếu xảy ra sự bùng nổ số liệu truyền. Thực ra tế bào đó có thể bị loại bỏ hoặc bị gán $CLP = 1$.

3.7.4 Tạo khung .

Phương pháp khác để điều khiển độ biến trễ truyền tế bào cho những đường truyền nhạy cảm với sự biến đổi trễ và đòi hỏi nó phải được điều khiển đó là phương pháp tạo khung.

Tạo khung là phương pháp cơ bản đặt cấu trúc đồng bộ của khung lên trên dòng tế bào truyền không đồng bộ. Những tế bào từ những luồng yêu cầu chặt chẽ về sự biến đổi trễ phải điều khiển được sẽ được đưa vào lịch trình để được xuất phát từ nút chuyển mạch mạng trong khung đồng bộ thời gian tiếp theo. Nếu mà khung thời gian đủ nhỏ, thì biến đổi trễ là có thể điều khiển được và lớn nhất bằng số nút nhân với độ dài của khung. Phương pháp tạo dòng kiểu khung được minh họa trên hình 3.13.

Chức năng này là phù hợp với mô phỏng mạch AAL1 qua ATM, nơi mà tại các điểm thu đầu cuối chỉ có một số lượng hạn chế bộ đệm tế bào để thu hút những sự truyền bất thường trên toàn mạng.



Hình 3.13 : Sơ đồ minh họa cho tạo dòng kiểu khung.

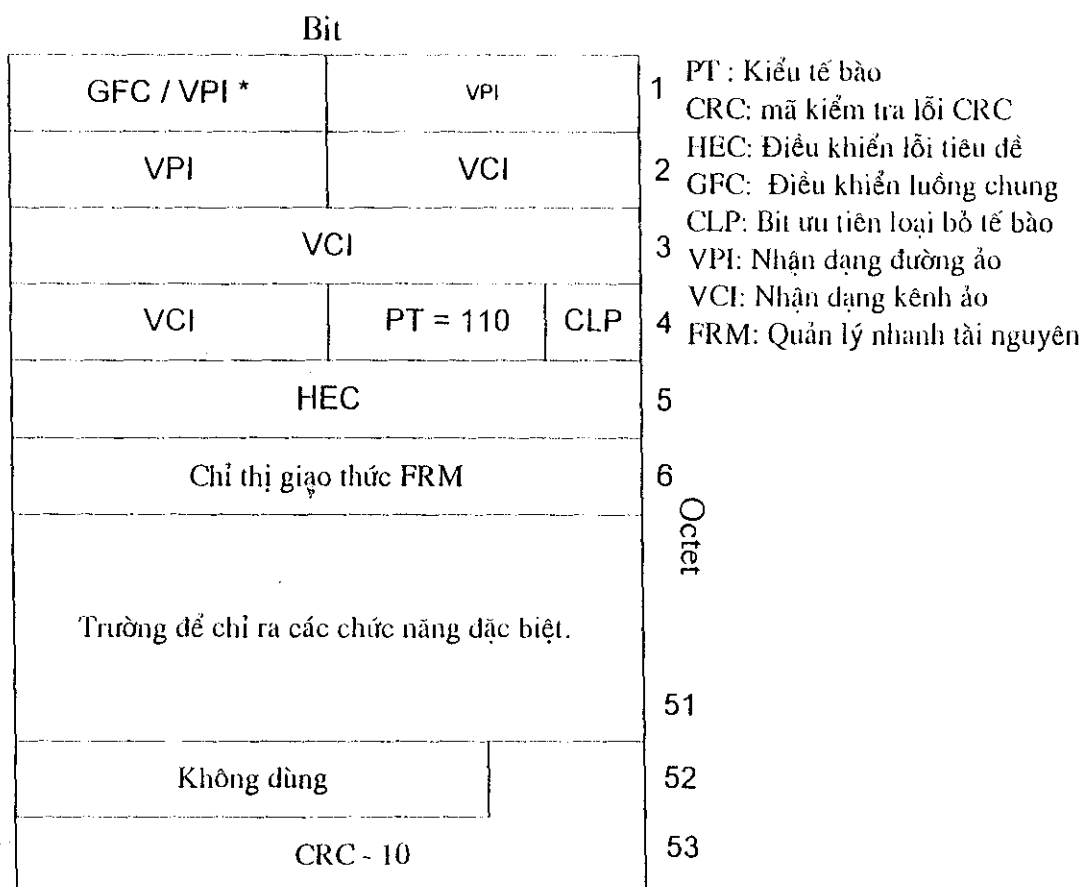
3.8 Quản lý tài nguyên.

Có hai nguồn tài nguyên quan trọng rất cần phải quản lý tốt trong các nút của mạng ATM đó là khoảng trống của bộ đệm và băng thông của đường trung kế. Một cách đơn giản nhất để quản lý băng thông của đường trung kế đó là thông qua việc sử dụng các đường ảo VPC. Một đường ảo VPC có thể chứa nhiều kênh ảo VC và các tế bào hoạt động theo địa chỉ VPI trên tiêu đề. Nếu ở mỗi nút trong mạng, việc chuyển mạch là thực hiện chỉ qua VPI thôi thì sau đó chỉ cần tất cả các băng thông vào ra của VPC tuân theo quyết định của CAC là đủ. Quản lý VPC là dễ dàng hơn nhiều so với việc quản lý một đồng các kênh ảo VCC.

Lưu ý rằng QoS được đặt bởi VCC là nghiêm ngặt hơn nhiều so với yêu cầu QoS trên VPC. Có thể tưởng tượng là có một mạng mà các nút chuyển mạch của mạng sẽ được nối với nhau qua các VPC cho mỗi một kiểu QoS, tuy nhiên nó sẽ nhanh chóng làm kiệt quệ địa chỉ VPC nếu có nhiều kiểu QoS. Do đó, thực hiện thế nào cho hài hòa là vấn đề cần phải được nghiên cứu trong những trường hợp cụ thể trong phần thiết kế mạng ATM. Độ phức tạp và số lần thay đổi thực hiện việc lập tuyến, hồi phục, đo đạc kiểm tra cũng giảm đi bởi việc sử dụng VPC so với VCC.

3.9 Quản lý nhanh tài nguyên FRM.

Phần này đưa ra một vài khả năng lựa chọn gọi chung là quản lý nhanh tài nguyên FRM để quản lý băng thông và bộ đệm một cách năng động. ITU-T đã đưa ra tiêu chuẩn gọi là “kiểu tế bào” Type (PT) với 3 bit trong tiêu đề của ATM. Với mã hóa là 110 nó được chỉ ra rằng tế bào này được dùng để quản lý tài nguyên. Sau đây, sẽ bàn về 2 loại quản lý tài nguyên đã được đưa ra để giành sẵn này, giành sẵn băng thông, giành sẵn vùng đệm và sau đó so sánh những thuận lợi cũng như bất lợi của 2 loại.

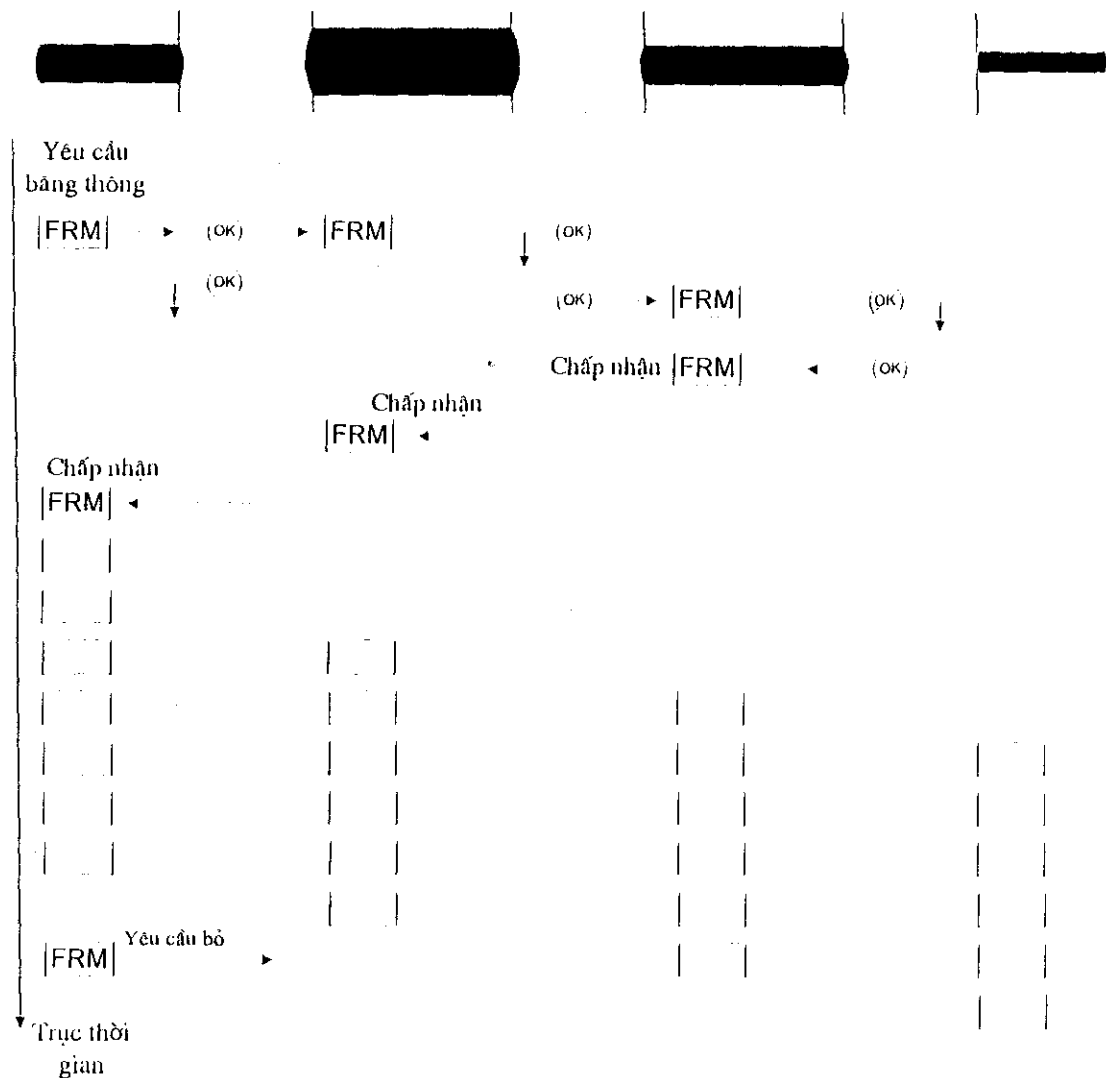


Hình 3.14 : Dạng của tế bào quản lý nhanh tài nguyên mạng.

3.9.1 Giành nhanh trước băng thông.

Việc giành sẵn băng thông việc đặt sẵn một băng thông lên mỗi nút chuyển mạch trên toàn tuyến đường từ đầu cuối này đến đầu cuối kia. Có 2 cách thức để đặt sẵn băng thông đó là: ngay lập tức, nhưng không được bảo đảm và kiểu có độ trễ, nhưng bảo đảm.

Phương thức giành sẵn băng thông có độ trễ bảo đảm rằng băng thông sẽ được giành riêng sẵn từ đầu cuối này đến đầu cuối kia. Phương pháp này được minh họa trên hình 3.15.



Hình 3.15 : Minh họa cho phương thức giành băng thông nhanh có độ trễ.

Đi trước một sự bùng nổ số liệu là một tế bào được truyền đi để biểu thị rằng nó yêu cầu được giành sẵn băng thông REQ BW cho mỗi một nút chuyển mạch trung gian trên tuyến đường từ đầu cuối này đến đầu cuối kia. Yêu cầu này được xử lý thông qua các nút trung gian, nó vừa giành sẵn băng thông theo yêu cầu vừa truyền tiếp đi yêu cầu đó (OK), hoặc trong trường hợp thất bại, nó hủy bỏ yêu cầu đó (NOT OK) hoặc thậm chí truyền trả lại sự thất bại đó đến người

yêu cầu. Trong trường hợp thành công, băng thông đã được giành riêng sẵn trên toàn tuyến ở tất cả các nút trung gian, sẽ có lệnh “ Cấp băng thông” GRANT BW trả về nơi yêu cầu. Phụ thuộc vào sự kết thúc của sự bùng nổ thông tin, tại nguồn nó sẽ gửi đi một điện báo giải phóng băng thông mà nó sẽ được lan truyền tới tất cả các nút chuyển mạch. Một giao thức truyền tin cậy hoặc một bộ đếm thời gian hiệu lực phải được thiết lập để đảm bảo sự giải phóng băng thông sẽ không làm mất, hay hỏng tế bào. Giảm đồ nay sẽ làm việc tốt nếu chiều dài của sự bùng nổ số liệu lớn hơn thời gian trễ do lan truyền khứ hồi tín hiệu.

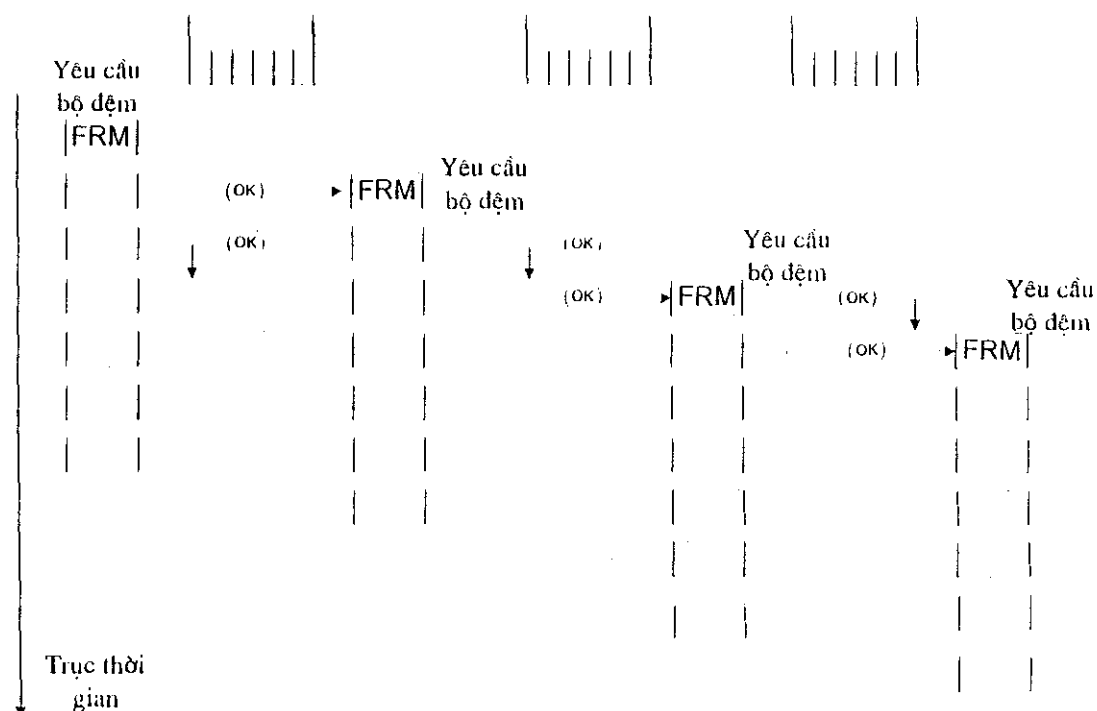
Phương thức giành băng thông ngay lập tức gồm việc người sử dụng gửi một tế bào FRM biểu thị với mạng rằng sẽ có một sự bùng nổ số liệu đi tiếp theo ngay sau, cùng với nổ. Nút đầu vào và các nút trung gian sẽ có thể sử dụng thông tin này để quyết định hoặc toàn bộ sự bùng nổ này được chấp nhận hoặc không chấp nhận nó. Do đó sự phát đi kiểu này không được đảm bảo do tắc nghẽn có thể xảy ra ở tại một nút trung gian dẫn đến toàn bộ hoặc một phần thông tin bị hủy bỏ.

3.9.2 Giành nhanh trước bộ đệm.

Một tài nguyên quan trọng khác có thể quản lý là độ trống của bộ đệm trong các nút trung gian. Trong kiểu này của giao thức, một sự bùng nổ số liệu sẽ yêu cầu một khoảng trống của bộ đệm được giành sẵn trước trong nút trung gian trước khi nó đi đến như biểu thị ở hình 3.14.

Điều này có thể thực hiện được bởi một tế bào FRM tại điểm khởi đầu của sự bùng nổ số liệu, bởi trường AAL, hoặc bởi định nghĩa trước chiều dài lớn nhất của sự bùng nổ số liệu tại thời điểm thiết lập trên cơ sở VPI/VCI.

Hoạt động cơ bản khi có một sự bùng nổ số liệu đến một nút mạng là sự kiểm tra xem yêu cầu về kích thước bộ đệm REQ BUF có lớn hơn kích thước trống của bộ đệm của nút đó tại thời điểm đó hay không. Nếu lớn hơn, toàn bộ sự bùng nổ số liệu bị từ chối; nếu nhỏ hơn toàn bộ sự bùng nổ số liệu đó được chấp nhận. Ngoại trừ việc một vài tế bào có thể bị hỏng, việc bảo đảm toàn bộ sự bùng nổ số liệu được lưu giữ tại trong bộ đệm cũng bảo đảm sẽ không có sự mất mát thông tin của sự bùng nổ đó tại nút mạng.



**Hình 3.16 : Minh hoạ cho phương thức
giành bộ đệm nhanh ngay lập tức.**

3.10 Những phương pháp điều khiển lưu lượng khác.

Cũng có thể có một vài phương pháp điều khiển lưu lượng khác nữa. Sự định nghĩa thêm các tham số lưu thông, cải thiện những chức năng kiểm tra, tạo dòng lưu thông, ưu tiên hàng chờ đang được phát triển và đưa vào sản phẩm. Có một vài phương pháp sẽ được đề cập đến ở chương điều khiển sự tắc nghẽn cũng được sử dụng cho mục đích điều khiển lưu lượng. Việc sử dụng sự loại bỏ tế bào được chọn sẵn dựa trên bit ưu tiên bị loại bỏ CLP cho phép điều khiển lưu lượng được chọn lựa sử dụng.

4. ĐIỀU KHIỂN TẮC NGHẼN LƯU THÔNG.

4.1 Tóm tắt.

Chương này đã định nghĩa khái niệm tắc nghẽn là khi mà *nhu cầu* vượt quá *khả năng* tài nguyên cung cấp. Giống như sự ách tắc giao thông, tác động này dẫn đến sự giảm thông lượng truyền và tăng thời gian trễ. Tắc nghẽn có thể xảy ra ở nhiều mức độ trong không gian cũng như thời gian. Về thời gian, tắc nghẽn có thể xảy ra ở mức tế bào, mức bùng nổ số liệu truyền, mức gọi nổi đường. Về không gian, tắc nghẽn có thể xảy ra ở một nút nào đó hoặc trên nhiều nút mạng khác nhau. Các sơ đồ điều khiển tắc nghẽn được phân loại theo mức thời gian và theo kiểu chung. Quản lý tắc nghẽn là cố gắng để cho tắc nghẽn không bao giờ xảy ra, mặc dù kết quả của nó là giảm hiệu suất sử dụng của mạng, cũng như tăng giá thành sử dụng. Các sơ đồ tránh khỏi sự tắc nghẽn là sự cố gắng hoạt động trong vùng bị tắc nghẽn nhẹ để bảo đảm nhận được hiệu suất sử dụng mạng cao hơn, nó làm việc tại điểm sát với điểm làm việc tối ưu của mạng. Và cuối cùng giải toả tắc nghẽn có nhiệm vụ là đưa mạng ra khỏi trạng thái tắc nghẽn nghiêm trọng trong trường hợp 2 kiểu trên bị thất bại, trong một vài trường hợp nó xử lý khá quyết liệt.

4.2 Định nghĩa điều khiển tắc nghẽn.

Phần này sẽ giới thiệu thế nào là tắc nghẽn thông qua những ví dụ thường ngày trong cuộc sống, và sau đó trình bày có tính khoa học hơn đối với tắc nghẽn trong ATM. Tiếp theo là các thông số của các loại của sơ điều khiển tắc nghẽn cũng được giới thiệu. Cuối cùng là các loại của sơ đồ điều khiển tắc nghẽn và so sánh về sự hoạt động của các sơ đồ điều khiển đó với nhau.

4.2.1 Định nghĩa sự tắc nghẽn.

Rất nhiều những ví dụ về sự tắc nghẽn mà ta vấp phải trong cuộc sống hàng ngày đó là sự tắc nghẽn giao thông, chờ xếp một hàng dài để mua bán hàng hoá, mua vé xem phim hay bóng đá, hoặc đơn giản chỉ là sự xếp hàng để gửi xe ở trường vào đầu giờ học.

Sự tắc nghẽn được định nghĩa chung là tình trạng khi *nhu cầu* vượt *khả năng* cung cấp trong một khoảng thời gian nào đó. Hãy trở lại ví dụ về sự tắc

nghe giao thông. Tắc nghẽn xảy ra vì số ô tô, xe máy đang sử dụng trên đường (như cầu) vượt quá số ô tô, xe máy có thể chạy trên đường (khả năng cung cấp) tại thời cao điểm (một khoảng thời gian nào đó).

Trong trường hợp ATM, sự tắc nghẽn được định nghĩa là tình trạng tải thông tin muốn truyền đi (như cầu) từ người sử dụng đến mạng đã đạt đến hoặc vượt quá giới hạn thiết kế của mạng để bảo đảm chất lượng dịch vụ QoS như trong hợp đồng lưu thông. Cái nhu cầu này có thể bị vượt quá giới hạn thiết kế tài nguyên bởi vì tài nguyên đã bị đăng ký dùng nhiều hơn (overbooking) hoặc do có sự hỏng hóc nào đó trong mạng.

Trong mạng ATM những tài nguyên có thể bị tắc nghẽn bao gồm các cổng chuyển mạch, các bộ đệm, đường trung kế, các bộ xử lý tầng tương thích ATM (AAL), và ở các bộ xử lý điều khiển chấp nhận cuộc nối (CAC). Tài nguyên ở nơi mà nhu cầu vượt quá khả năng được gọi là điểm tắc nghẽn (Congestion point), cổ chai (Bottleneck), hay điểm bị thất lại (Constrain).

4.2.2 Những yếu tố tác động đến tắc nghẽn.

Một số đặc tính của các chương trình ứng dụng có tác động lớn ảnh hưởng đến sự tắc nghẽn như: kiểu kết nối, chính sách phát lại, chính sách xác nhận, sự đáp ứng và điều khiển dòng thông tin. Đi đôi với các đặc tính của chương trình ứng dụng, các đặc tính của mạng cũng ảnh hưởng đến sự tắc nghẽn như: chiến lược hàng chờ, chính sách kế hoạch dịch vụ, chiến lược loại bỏ tế bào, chọn đường, trễ lan truyền, trễ do xử lý và kiểu kết nối.

Tắc nghẽn cũng có thể xảy ra ở vài mức như đã nói ở chương trước. Tắc nghẽn có thể xảy ra ở mức tế bào, mức bùng nổ số liệu truyền, hoặc ở mức gọi nối đường. Tắc nghẽn có thể xảy ra ở trên một tài nguyên hoặc đồng thời có thể ở trên nhiều tài nguyên của mạng. Mạng có nhiệm vụ phát hiện sự tắc nghẽn để chỉ thị, phản hồi hoặc thông báo.

Sự phản ứng lại tắc nghẽn của mạng có thể xảy ra theo thời gian hoặc không gian. Sự phản ứng theo thời gian có thể dựa trên cơ sở tế bào, sự bùng nổ số liệu, hoặc mức gọi nối đường. Theo không gian, sự phản ứng có thể thực hiện tại một nút chuyển mạch, tại nguồn thông tin, tại máy thu, hoặc tại một loạt nút chuyển mạch.

Định nghĩa hết ra được tất cả các vấn đề của điều khiển tắc nghẽn là rất khó khăn vì nó là tổ hợp của một loạt: các đặc tính chương trình ứng dụng, đặc tính mạng, các mức của phát hiện tắc nghẽn và phản ứng. Một sơ đồ điều khiển tắc nghẽn có thể làm việc tốt đối với một chương trình ứng dụng và đặc tính mạng tại mức nào đó, nhưng nó lại có thể làm việc không tốt cho những chương trình ứng dụng và các đặc tính khác....

Điều khiển tắc nghẽn trong mạng băng rộng đang và luôn là một vấn đề được quan tâm nghiên cứu.

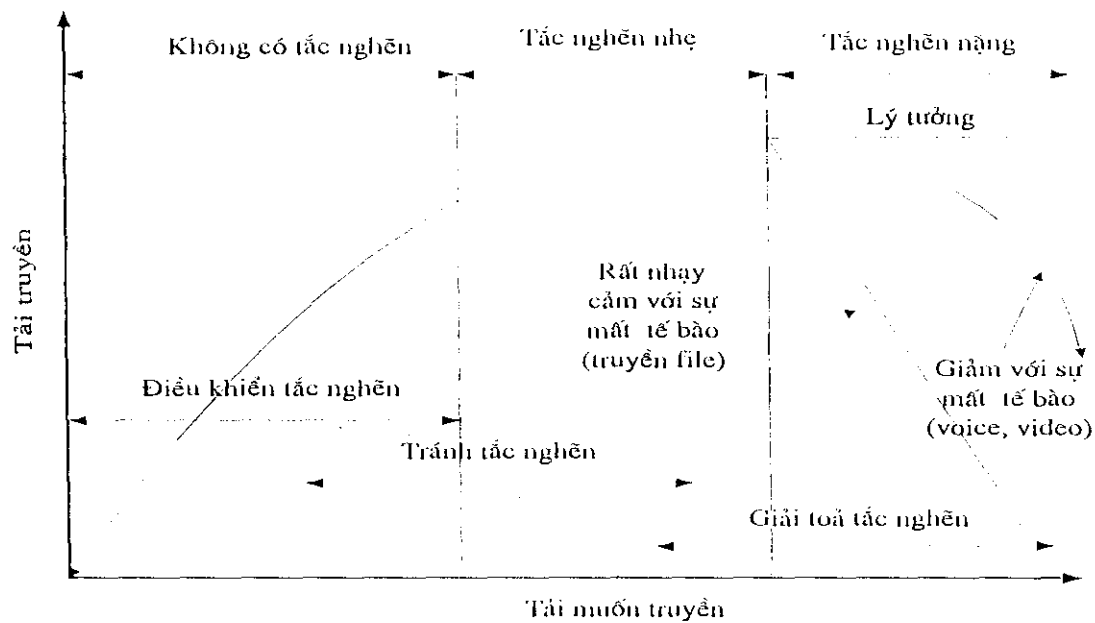
4.2.3 Sự thực hiện việc điều khiển tắc nghẽn.

Có hai cách đo lường cơ bản để nghiên cứu tắc nghẽn đó là *thông lượng hữu ích* (Useful Throughput) và *độ trễ thực* (Effective Delay). Thông lượng hữu ích được định nghĩa là thông lượng thực sự nhận được tại chương trình ứng dụng đầu cuối. Ví dụ, chương trình ứng dụng truyền đi một file, nếu trong quá trình truyền, một gói (packet) bị mất dẫn đến nó (và có thể là những packet khác phát sau nó) phải bị phát lại. Mặc dầu rằng mạng ATM đã truyền được ít nhất vài tế bào liên quan đến packet bị mất đó (và có thể vài tế bào liên quan đến các packet truyền sau nó), nhưng nó thực sự là không có ích cho chương trình ứng dụng, do đó tất cả các tế bào phải bị phát lại. Cũng giống như vậy, độ trễ thực không phải là độ trễ liên quan đến độ trễ lần đầu tiên của một packet được gửi đi không thành công mà là khoảng từ lúc phát đi lần đầu cho đến khi nhận tới hoàn toàn tại đầu cuối.

Thông lượng hữu ích và độ trễ thực của một số ứng dụng có thể giống hệt như của mạng ATM. Ví dụ, tiếng nói (voice) và hình ảnh (video) được mã hoá để chấp nhận hoạt động kể cả khi có sự mất mát thông tin trong khi truyền và do vậy không cần phát lại khi mất, vì vậy thông lượng hữu ích và độ trễ thực là giống như của mạng ATM; tất nhiên là chỉ có sự mất và trễ trong giới hạn cho phép là có thể chấp nhận, nếu vượt quá dẫn đến tiếng nói và hình ảnh thu được không thể chấp nhận.

Trên đây là hai ví dụ đại diện cho hai chương trình ứng dụng khác hẳn nhau về độ nhạy cảm tới sự mất mát thông tin, ví dụ đầu là cho truyền file thông tin và ví dụ kia là giành cho truyền tiếng nói, hình ảnh. Chúng sẽ được sử dụng trong suốt phần còn lại của chương này để minh họa trong các sơ đồ điều khiển tắc nghẽn.

Khi tắc nghẽn xảy ra, có hiện tượng rất quan trọng được gọi là *congestion collapse* (sự sụp đổ bởi tắc nghẽn) có thể xảy ra như hình 4.1. Lượng tải muốn được truyền tăng dần lên, đi đến vùng tắc nghẽn nhẹ, nơi mà lượng tải truyền thực sự bị hạn chế bởi tài nguyên mạng - băng thông và bộ đệm lúc này đã đạt tới giá trị lớn nhất. Do tải muốn truyền vẫn tiếp tục tăng lên dẫn tới tắc nghẽn nặng nề, dẫn đến lượng tải thực sự có thể truyền được giảm bởi sự yêu cầu phát lại của chương trình ứng dụng do mất hoặc quá trễ so với yêu cầu. Sự giảm một cách đáng kể tải truyền trong vùng tắc nghẽn nặng nề được gọi là sự sụp đổ tại điểm tắc nghẽn. Sự *sụp đổ* này được quyết định bởi cả chương trình ứng dụng và đặc tính mạng.



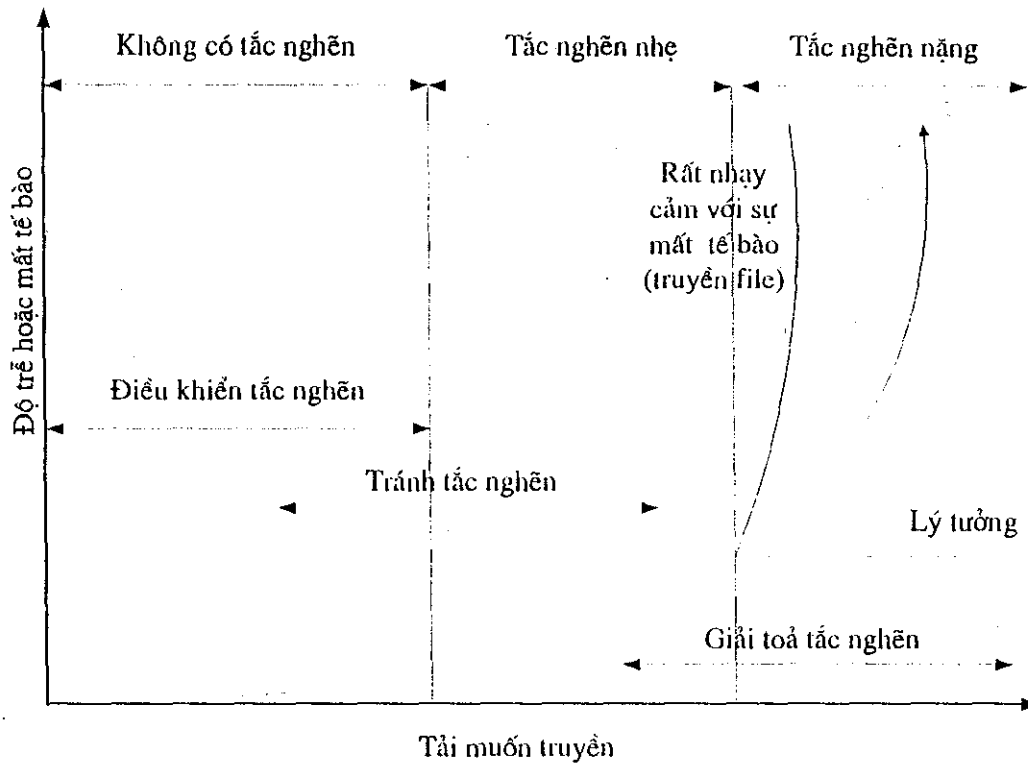
**Hình 4.1 : Sơ đồ các vùng tắc nghẽn
và sự sụp đổ truyền tải trên đường truyền.**

Xét việc truyền file là một phương thức rất nhạy cảm về tải truyền (load-sensitive) ở nơi có sự sụp đổ bởi tắc nghẽn. Ta có thể thấy đường đồ thị chạy thẳng xuống trong vùng tắc nghẽn nặng nề, do bởi việc phát lại những thông tin bị mất, làm tải muốn được truyền đi lại càng tăng thêm, dẫn đến tình trạng tắc nghẽn càng trở nên trầm trọng thêm.

Đối với ví dụ truyền tiếng nói hoặc hình ảnh, việc mã hoá tín hiệu đã làm tăng khả năng chịu đựng đối với sự mất mát, trên đồ thị trông vẫn còn có khả

năng chấp nhận được cho đến khi tỷ lệ mất mát thông tin là không thể chấp nhận được nữa.

Một cách lý tưởng là giữ cho tốc độ truyền tại các điểm cổ chai là không đổi, bằng giá trị lớn nhất mà nó có thể.



Hình 4.2 : Hiệu quả của tắc nghẽn đối với độ trễ.

Trong vùng tắc nghẽn nặng nề, việc giảm QoS có thể xảy ra đối với các tham số trễ và hệ số mất thông tin. Hiệu quả của các sơ đồ điều khiển tắc nghẽn có thể được đo bằng độ trễ, và mất mát tế bào có thể là bao nhiêu, với một lượng vượt quá giá trị thiết kế tối hạn của tải truyền được minh họa trên hình 4.2. Những chương trình ứng dụng rất nhạy cảm với tải truyền có độ trễ và mất tăng lên một cách rất rõ ràng tại vùng tắc nghẽn nặng nề xảy ra. Các chương trình có sự hạn định mất mát (loss-limited) vẫn có thể tiếp tục làm việc được cho đến khi đến điểm ngưỡng bắt đầu sự tắc nghẽn nặng nề. Do đó ý tưởng của chương trình điều khiển tắc nghẽn là giới hạn độ trễ và mất mát tại tất cả các giá trị của tải muốn truyền. Hình 8.2 minh họa xu hướng chung của độ trễ và mất mát đối với

tải truyền. Nói chung độ trễ có quan hệ tuyến tính, và độ mất mát có quan hệ logarit.

4.2.4 Phân loại điều khiển tắc nghẽn.

Thuật ngữ cho việc phân loại của điều khiển lưu thông và tắc nghẽn là khác nhau. Chúng ta đã chọn những loại sau đây như là một phương tiện để kết cấu công việc trình bày kỹ thuật điều khiển tắc nghẽn trong chương này. Các loại của sự đáp ứng với sự tắc nghẽn là: quản lý tắc nghẽn, tránh tắc nghẽn, giải tỏa - hồi phục tắc nghẽn. Các công việc này có thể làm việc ở mức tế bào, mức bùng nổ số liệu truyền, hoặc mức gọi kết nối như minh họa trên bảng 8.1, mà nó là kim chỉ đường cho việc phân tích các phần còn lại của chương này.

Bảng 4.1 : Bảng phân loại và các mức trong điều khiển tắc nghẽn.

Phân loại	Mức tế bào	Mức bùng nổ số liệu	Mức gọi nối đường
Quản lý	Dùng UPC loại bỏ	Phân phối tài nguyên	Thiết kế kỹ thuật mạng
Tránh khỏi	EFCI, Dùng UPC đánh dấu	Điều khiển luồng theo cửa sổ, tốc độ, Credit	“Overbooked” CAC, Cấm không cho gọi nối
Giải tỏa	Loại bỏ tế bào được chọn, sử dụng UPC linh động	Phản hồi sự mất	Hủy bỏ đường, những thủ tục khai thác mạng

Điều khiển quản lý tắc nghẽn (congestion management) sẽ hoạt động ở vùng không có tắc nghẽn, nó có nhiệm vụ cố gắng để không bao giờ thông tin đi vào vùng tắc nghẽn như trong hình 8.1 và 8.2. Điều này bao gồm cả việc phân phối tài nguyên, loại bỏ tế bào thông qua sự điều khiển tham số sử dụng (UPC), chấp nhận cuộc nối với bảo đảm hoàn toàn là các tham số sẽ tuân thủ đúng (fully booking), băng thông, điều khiển chấp nhận cuộc nối (CAC), và kỹ thuật mạng.

Tránh thoát khỏi tắc nghẽn (congestion avoidance) là một loạt các kỹ thuật, thời gian thực, để ngăn chặn và hồi phục từ sự tắc nghẽn, khi không may mà nhu cầu truyền thông tin tối đa giữa các đường bị trùng nhau hoặc khi mạng bị quá tải. Ví dụ như nó được sử dụng khi có những nút hoặc/và đường truyền bị hỏng. Những thủ tục tránh khỏi tắc nghẽn thường hoạt động xung quanh giao điểm giữa vùng không bị tắc nghẽn và vùng bị tắc nghẽn nhẹ và trong cả vùng

tắc nghẽn nhẹ như trong hình 4.1 và 4.2. Tránh khỏi tắc nghẽn bao gồm sự hiển thị sự tắc nghẽn ở phía trước (EFCI), sử dụng điều khiển tham số sử dụng (UPC) để đánh dấu bit ưu tiên bị loại bỏ (CLP), việc cho phép nhiều hơn khả năng của mạng để quản lý (overbooking) của điều khiển chấp nhận cuộc nối (CAC), ngăn chặn CAC, hoặc điều khiển luồng thông tin.

Những thủ tục của giải toả tắc nghẽn (congestion recovery) được khởi động để ngăn chặn sự tắc nghẽn dẫn đến sự suy giảm mạnh mẽ chất lượng dịch vụ QoS của mạng cung cấp cho người sử dụng. Những thủ tục này được khởi động khi mạng bắt đầu nhận biết được sự mất và trễ tăng lên một cách rõ rệt do tắc nghẽn. Giải toả tắc nghẽn bao gồm việc loại bỏ những tế bào đã được chọn, xếp đặt một cách năng động lại giá trị của các tham số UPC, cắt một vài kết nối, và những thủ tục hoạt động khác.

4.3 Quản lý tắc nghẽn.

Quản lý tắc nghẽn cố gắng để bảo đảm rằng tắc nghẽn sẽ không bao giờ xảy ra. Ví dụ, cách quản lý tắc nghẽn của chúng ta là không đi lại vào giờ cao điểm hoặc ta đợi cho đến khi biết chắc rằng chỉ có vài người đang xếp hàng cho một dịch vụ nào đó mà ta muốn sử dụng.

Trong ATM có một số các phương pháp quản lý tắc nghẽn như sau :

- Phân phối tài nguyên
- Dùng điều khiển tham số sử dụng (UPC) để loại bỏ
- Điều khiển chấp nhận nối đường (CAC) theo kiểu “fully booking”
- Tính toán kỹ thuật mạng

4.3.1 Phân phối tài nguyên .

Có một cách để điều khiển tắc nghẽn đó là tránh nó hoàn toàn. Điều này có thể làm được bởi sự phân phối tài nguyên một cách phù hợp. Những nguồn tài nguyên đó là:

- Dung lượng đường trung kế
- Độ trống của bộ đệm
- Các tham số UPC/NPC
- Các tham số đường ảo (VPC)

Nếu hoạt động kiểm soát của UPC là việc loại bỏ các tế bào vượt quá tốc độ đỉnh và tất cả các đường trung kế và bộ đệm được phân phối cho làm việc ở

tốc độ đỉnh, thì tắc nghẽn sẽ không thể nào xảy ra. Thiết kế này có thể được mở rộng ra để xử lý các trường hợp của những mạng có sự cố hồng học; trong điều kiện bình thường nó làm việc ở chế độ dư thừa tải, dung lượng thừa đó được dự trữ để phân phối cho sự hồi phục khi cần thiết. Mặc dầu điều này tránh hoàn toàn được tình trạng tắc nghẽn, nhưng rõ ràng là hiệu quả sử dụng của mạng là rất thấp, tăng giá thành sử dụng mạng. Do đó nó chỉ có thể áp dụng được trong quản lý các mạng LAN nơi mà giá thành phải trả cho sự truyền dẫn và các cổng thông tin là khá rẻ.

Mạng sẽ quyết định tài nguyên được phân phối phù hợp theo chất lượng dịch vụ QoS. Ví dụ, nó cho phép: được hay không tài nguyên sẽ được phân phối để xử lý dòng tế bào có $CLP = 1$. Nó cũng có thể bố trí đầy đủ tài nguyên để thực hiện cho yêu cầu trộn các dòng tế bào của các loại QoS mong muốn. Chức năng của bộ chấp nhận nối đường (CAC) là quyết định cho từng cuộc gọi xem cuộc gọi đó có được chấp nhận hay không dựa trên cơ sở tài nguyên sẵn sàng có thể được sử dụng trên mạng. Tài nguyên cho tất cả các loại QoS có thể là bộ nhớ đơn dùng chung, nhưng cũng có thể chia ra từng bộ đệm riêng biệt để đạt được sự cách biệt giữa các loại.

4.3.2 Sự loại bỏ tế bào của UPC.

UPC hoạt động như là cảnh sát giao thông tại điểm vào của mạng. UPC với khả năng loại bỏ tế bào không tuân thủ cố gắng để bảo đảm rằng tắc nghẽn không thể xảy ra nếu các tài nguyên được phân phối đầy đủ như đã nói ở phần trên. Nút đầu tiên trong mạng thực hiện UPC, do đó dòng lưu thông mà nó có thể làm tắc nghẽn sẽ không được chấp nhận vào tới mạng, nếu không nó có khả năng làm tắc nghẽn các nút khác trên tuyến đường đi của nó. Sự loại bỏ của UPC cũng có thể được sử dụng cùng với việc overbooking, mà trong trường hợp này, tắc nghẽn bên trong mạng là lại có thể xảy ra.

4.3.3 Điều khiển chấp nhận nối đường CAC theo kiểu - Fully Booking.

Tốc độ truyền tế bào PCR, tốc độ truyền tế bào SCR và kích thước sự bùng nổ số liệu lớn nhất MBS cho các dòng CLP như được định nghĩa ở trong hợp đồng lưu thông có thể sử dụng để chiếm giữ chỗ một cách đầy đủ (fully booking) các bộ đệm, đường trung kế và những tài nguyên chuyển mạch của mạng. Điều này đảm bảo rằng thậm trí nếu tất cả các nguồn số liệu được gửi đi

trong trường hợp xấu nhất, chuỗi tế bào tuân thủ các tham số trong hợp đồng lưu thông vẫn có thể đạt được những chất lượng dịch vụ QoS như đã cam kết. Việc làm này được gọi là sự điều khiển chấp nhận nối đường CAC theo kiểu “fully booked” bởi vì cuộc gọi chỉ được chấp nhận khi nó có các tham số thông lưu đảm bảo sẽ không làm ảnh hưởng đến QoS của tất cả các kết nối khác. Những tham số lưu thông phải được tuân theo UPC.

4.3.4 Tính toán kỹ thuật mạng.

Một phương pháp để phân phối tài nguyên một cách hiệu quả là dựa cơ sở trên những quyết định từ những kế hoạch, phương hướng có tính lịch sử, lâu dài. Đây là phương pháp được sử dụng trong hầu hết các mạng lớn hiện nay. Những kiểu quyết định này bao gồm cả việc khi nào, ở đâu sẽ lắp đặt hoặc nâng cấp các nút chuyển mạch hoặc dung lượng đường trung kế. Các đo đạc thống kê khác nhau về lưu thông và hoạt động thực sự có thể được thu thập để có những thống kê chính xác về các nguồn số liệu, nó là cơ sở cho thuật toán về kế hoạch hoá mạng lưới. Không có một tiêu chuẩn hoá nào trong lĩnh vực này và do đó nó là quyết định của nhà cung cấp dịch vụ mạng.

4.4 Tránh khỏi sự tắc nghẽn CA.

Giống như trong cuộc sống hiện đại tấp nập và vội vã, ta luôn phải cố gắng để đi đâu đó chỉ trước hoặc sau giờ cao điểm tí chút. Hoặc giống như khi ta muốn đến sân bay chỉ trước giờ bay càng ít càng tốt để đỡ phải đợi, như vậy ta rõ ràng tiết kiệm được thời gian cho những công việc khác. Cùng ý tưởng như vậy, trong quản lý mạng ATM, người ta cố gắng đưa vào sử dụng được hết công suất sử dụng cho phép trên mạng và như vậy lưu thông trên mạng phải luôn đạt được hiệu suất truyền cao nhất.

Thoát khỏi sự tắc nghẽn là sự cố gắng thoát ra khỏi sự tắc nghẽn nghiêm trọng - nhưng vẫn cho phép tải muốn được truyền đi tới vùng có sự tắc nghẽn nhẹ. Nói cách khác vẫn cố gắng hoạt động tại sát điểm bắt đầu sự tắc nghẽn nặng nề. Trong phần này ta sẽ nghiên cứu những phương pháp tránh thoát khỏi tắc nghẽn sau:

- Bảo hiệu có sự tắc nghẽn ở phía trước (EFCI)
- Sử dụng bộ điều khiển tham số sử dụng (UPC) để đánh dấu

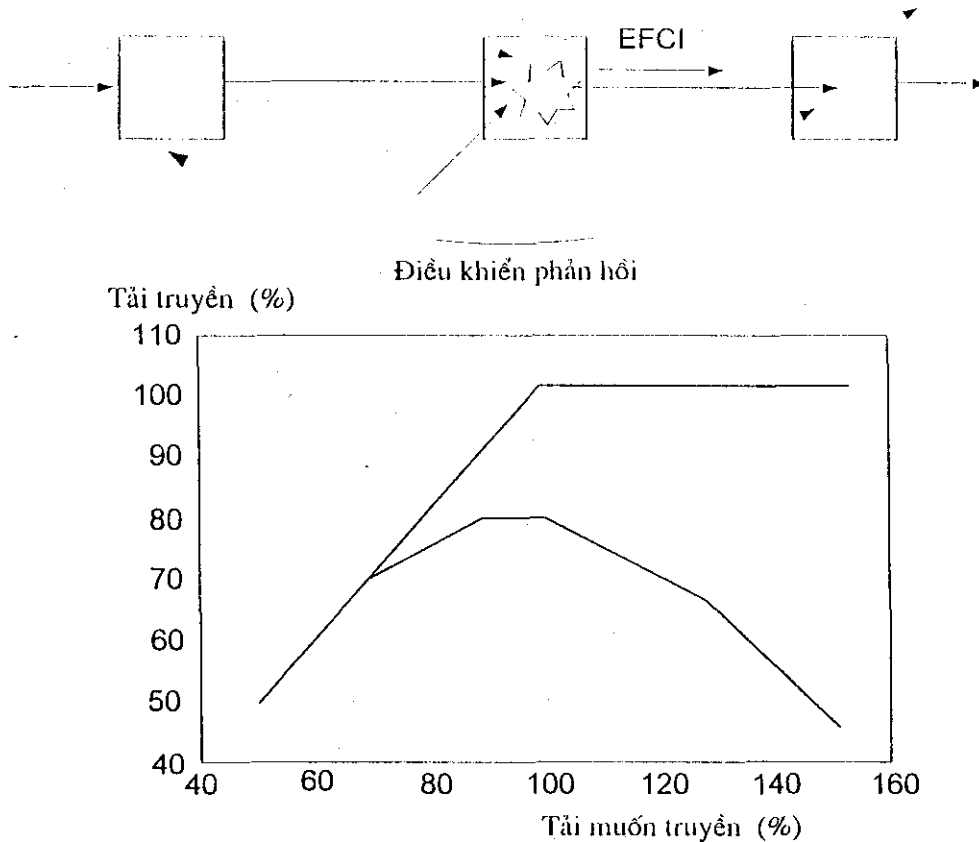
- Điều khiển chấp nhận nối bằng phương pháp chấp nhận nối cao hơn tài nguyên có trong mạng để tăng khả năng quản lý, hiệu suất mạng (overbooking)
- Cấm các cuộc gọi tới.
- Điều khiển luồng thông tin bằng phương pháp điều khiển cửa sổ (window), tốc độ và tín dụng (credit).

4.4.1 Báo hiệu có sự tắc nghẽn ở phía trước EFCI.

Một phần tử của mạng ở trong trạng thái tắc nghẽn có thể đặt tín hiệu báo hiệu có sự tắc nghẽn ở phía trước (Explicit Forward Congestion Indication - EFCI) lên trường “kiểu tế bào” (type) của phần tiêu đề của các tế bào đi qua nó. Báo hiệu đó sẽ được các nút chuyển mạch tiếp theo hoặc thiết bị đầu cuối sử dụng. Phần tử mạng sẽ đặt EFCI vào tế bào khi mà ngưỡng của bộ đệm bị vượt. Chú ý kiểu tế bào bị đặt EFCI sẽ chỉ được thực hiện trong những tế bào sẽ không bị loại bỏ, và do đó nó có khả năng thoát khỏi vùng bị tắc nghẽn để tới nơi cần thông báo. Những phần tử của mạng không ở trong trạng thái tắc nghẽn không thể sửa đổi trường EFCI từ lúc nó được dùng để thông tin liên lạc giữa nơi có tắc nghẽn tới đầu cuối thu. Việc sử dụng EFCI bởi những giao thức cao hơn hiện giờ chưa có chuẩn hóa.

Việc sử dụng EFCI cũng giống như ở Frame Relay có báo hiệu tắc nghẽn được gọi là thông báo có tắc nghẽn đang ở phía trước (FECN), nhưng trong ATM lại không có thông báo có tắc nghẽn ở phía sau (BECN). Một lý do mà ATM không có BECN là do nó được biết chắc rằng giao thức chương trình ứng dụng ở đầu cuối thu có thể thông tin với giao thức ở đầu cuối nguồn phát để ra lệnh giảm tốc độ phát nếu phát hiện mạng đang bị tắc nghẽn. Để cả hai hướng báo hiệu tắc nghẽn tương tự như Frame Relay (FECN và BECN) là không cần thiết do nó chỉ có thể sử dụng được ở giao thức cao hơn như giao thức điều khiển phát TCP. Một tình trạng tương tự Frame Relay cũng có thể xảy ra trong ATM đó là bit EFCI không được sử dụng tại nhiều hệ thống đầu cuối bởi điều khiển thực sự dòng tín hiệu truyền lại nằm ở các giao thức ở lớp cao hơn hoặc chương trình ứng dụng. Các bit EFCI này được đưa đến các thiết bị / hệ thống trung gian như là Router trước khi đến được nguồn số liệu nguyên thủy đầu tiên mà nó là nguyên nhân gây ra tắc nghẽn. Vì vậy nếu giảm tốc độ của thiết bị trung gian như Router mà giao thức khống chế chương trình nguồn gây ra tắc nghẽn lại

không giảm tốc độ, sẽ dẫn đến sự mất số liệu ở ngay từ thiết bị trung gian đó. Ngày nay các Router đã có thể thống kê được số của các điện tắc nghẽn thu được, nó là rất có tác dụng trong làm kế hoạch mạng.



Hình 4.3 : Thí dụ về điều khiển phản hồi.

Mạng có thể sử dụng EFCI của ATM và một thông báo tắc nghẽn không được chuẩn hoá giống như BECN của Frame Relay trong một vòng hồi tiếp như minh hoạ trên hình 4.3. Nếu tắc nghẽn được phát hiện ở đâu đó trên tuyến đường truyền, bao gồm cả tắc nghẽn trên đường ra được chỉ ra trên hình vẽ, một bức điện thông báo tắc nghẽn được phản hồi về tới nút chuyển mạch gốc ban đầu. Nút chuyển mạch này có thể giảm tốc độ dịch vụ trên đường truyền đó, loại bỏ các tế bào đã được chọn, hoặc tác động tới nguồn số liệu mà nó nguyên nhân của tắc nghẽn để giảm tốc độ để phục hồi mạng ra khỏi tắc nghẽn. Kết quả mong đợi là, thông lượng hữu ích, ví dụ là chương trình ứng dụng truyền một file, sẽ không bị ảnh hưởng xấu của sự tắc nghẽn như trong biểu đồ.

Phương pháp này chỉ có thể thực hiện được nếu khoảng thời gian tắc nghẽn là không lớn hơn độ trễ của một vòng lan truyền; nói một cách khác là tắc

nghẽn có thể bị yếu đi trong thời gian vòng điều khiển hoạt động. Trường hợp tồi nhất sẽ là sơ đồ hồi tiếp làm việc với một đầu vào số liệu có chu kỳ gần bằng với thời gian của vòng hồi tiếp. Nó là làm việc tốt với sự qua tải lâu dài mà nguyên nhân là do một đường trung kế hoặc một nút mạng bị hỏng tại đúng khoảng thời gian bận rộn của mạng. Điều này dẫn đến kết quả là sự tắc nghẽn được duy trì trong suốt thời gian hỏng. Trong trường hợp này điều khiển hồi tiếp có thể là một kỹ thuật có hiệu quả cho việc phục hồi từ tắc nghẽn và chia sẻ sự hư hỏng đều ra cho các tài nguyên mạng khác.

4.4.2 Bộ điều khiển tham số sử dụng UPC đánh dấu.

Bộ điều khiển tham số sử dụng (UPC) khởi đầu chỉ liên quan đến điều khiển lưu lượng, nhưng cũng có thể cũng liên quan đến sự tránh khỏi tắc nghẽn. Một trong ví dụ là UPC sẽ đánh dấu các tế bào bởi việc đổi bit ưu tiên bị loại bỏ (CLP) tới chỉ thị như là không tuân theo hợp đồng lưu thông (CLP=1). Việc này được thực hiện đối với sự lưu thông vượt quá tham số thông lượng mà được chấp nhận bởi mạng, nó là nguyên nhân của tắc nghẽn có thể xảy ra. Kỹ thuật tránh khỏi tắc nghẽn được sử dụng cùng với các kỹ thuật tương ứng khác cũng phải được đem ra sử dụng như kỹ thuật loại bỏ tế bào đã được chọn (bằng cách đánh dấu) hoặc sử dụng khả năng biến đổi linh động của UPC để hồi phục từ trạng thái tắc nghẽn.

4.4.3 Điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC theo kiểu - Overbooking.

Trong việc khai thác mạng, một hình thức năng động hơn, hiệu quả hơn là kỹ thuật chấp nhận cuộc nối hoàn toàn theo các tham số thông lượng (fully booking) của điều khiển chấp nhận cuộc nối CAC đã được miêu tả phần trước là kỹ thuật “overbooking” - một thuật ngữ rất hay được dùng trong đặt vé giữ chỗ của ngành hàng không mà nói nôm na là tăng chỗ được đặt trước lên hơn khả năng có thể của máy bay để quản lý, bảo đảm ít ghế thừa nhất trong chuyến bay (do có những khách đặt chỗ trước mà không đi) nhưng lại không có khách bị tình trạng không có chỗ).

Đối với ATM, “overbooking” là những đường được kết nối yêu cầu các tham số thông lượng, như tốc độ đỉnh truyền tế bào, là lớn hơn những giá trị đang được sử dụng trong phần lớn thời gian dùng. Khi một số lớn các đường này cùng dùng chung một nguồn tài nguyên, sẽ là không may nếu như chẳng may có

nhiều đường bị trùng nhau về mức độ, thời điểm yêu cầu dùng tối đa. Do đó sẽ có nhiều cuộc kết nối đường được chấp nhận hơn tham số thông lượng có thể cho phép cho đến khi vẫn đạt được chỉ tiêu chất lượng dịch vụ (QoS). Điều này hoàn toàn có thể đạt được nếu ta có thông số dự báo thông kê về hoạt động của nguồn phát số liệu để tránh cho sự trùng hợp về thời điểm, mà nhu cầu dùng tối đa có thể xảy ra. Tuy nhiên không thể tiên đoán hết các khả năng và để tránh khỏi sự tắc nghẽn có thể xảy ra, khi sử dụng CAC với kỹ thuật overbooking cũng đồng thời phải sử dụng các kỹ thuật giải tỏa tắc nghẽn khác như sử dụng khả năng biến đổi linh động của UPC để cắt đường kết nối.

4.4.4 Sự ngăn chặn các cuộc gọi.

Trước khi mạng trở bị thành tắc nghẽn nặng nề, bộ điều khiển chấp nhận nối đường CAC có thể sẽ làm một việc đơn giản là khóa lại không cho phép bất kỳ cuộc gọi mới nào được chấp nhận. Một thí dụ đơn giản để hiểu vấn đề này, như ở trong mạng điện thoại, khi người ta muốn ngăn chặn các cuộc gọi mới vào, người sử dụng sẽ nghe thấy tiếng tút tút nhanh để báo bận khi ta nhắc máy định quay số. Phương pháp này được áp dụng để tránh sự tắc nghẽn nặng nề cho các dịch vụ hướng liên kết, nó không được áp dụng cho dịch vụ hướng không liên kết.

4.5 Tránh khỏi tắc nghẽn bằng điều khiển luồng lưu thông.

Rất nhiều chương trình thông tin truyền số liệu có mong muốn được làm việc trên băng thông càng lớn càng tốt, do đó nó luôn cố gắng hoạt động liên tục trong trạng thái hơi bị tắc nghẽn. Cái ý tưởng cơ bản ở đây là tải truyền đi chỉ được giảm trước khi có sự mất mát xảy ra trên mạng, do đó sẽ đạt được thông lượng lớn nhất mà không bị mất mát thông tin. Nhưng việc làm này cũng phải bảo đảm rằng người sử dụng được công bằng trong việc chiếm băng thông sử dụng. Nói một cách khác là không thể để một người sử dụng hết toàn bộ băng thông tại điểm *cổ chai*, nếu như có một vài người sử dụng cùng muốn giành lấy nó. Thêm vào đó, những người sử dụng tuân theo đúng hợp đồng lưu thông phải được tách ra khỏi ảnh hưởng của những kiểu đường sử dụng quá tải.

Tên gọi chung cho việc cân bằng này gọi là điều khiển luồng. Về bản chất, nó là điều khiển dòng số liệu muốn truyền vừa đủ đạt tới thông lượng tối đa, sát ngưỡng chịu đựng được của khả năng tài nguyên của mạng, với độ mất mát rất nhỏ. Đây chính là sự phối hợp giữa mạng và người sử dụng. Mạng sẽ lưu

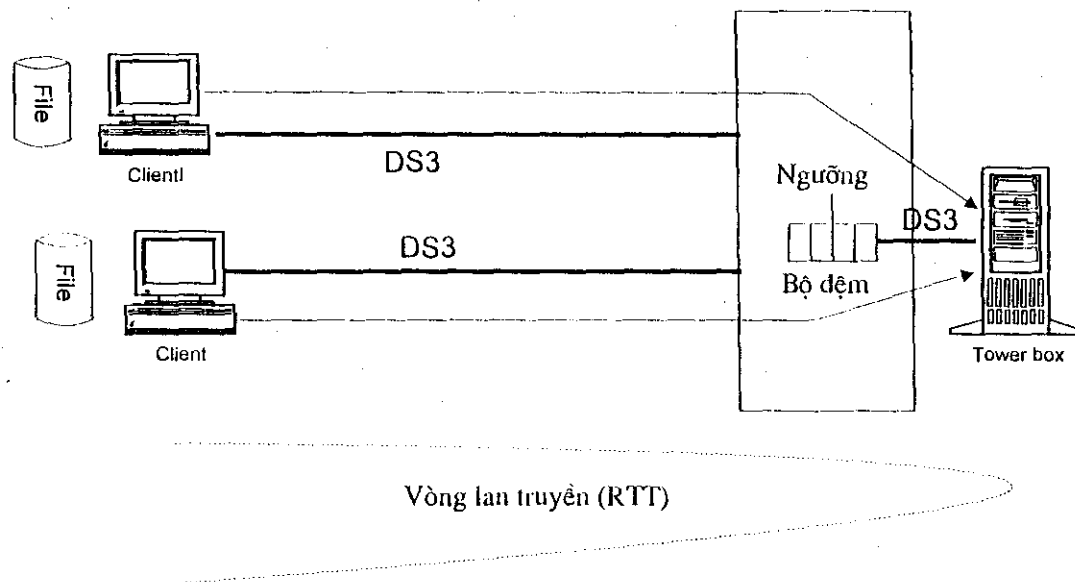
ý với người sử dụng về tình trạng tắc nghẽn một cách liên tục, và chương trình ứng dụng của người sử dụng sẽ giảm dòng số liệu một cách tương ứng. Khi mạng có khả năng đáp ứng, người sử dụng sẽ có thể tự do tăng tốc độ truyền số liệu đến tốc độ đã hợp đồng.

Bây giờ, ta sẽ nghiên cứu 3 phương pháp của điều khiển dòng số liệu, đó là: dựa trên cơ sở cửa sổ truyền (window), trên cơ sở tốc độ, và trên cơ sở “ Tín dụng ” (credit). Điều khiển dòng số liệu dựa trên cơ sở cửa sổ (window) là sự hạn chế số lượng phát ra của nguồn phát số liệu (được gọi là window) và điều chỉnh một cách năng động kích thước của cửa sổ dựa trên cơ sở phản hồi của mạng. Điều khiển dòng số liệu dựa trên cơ sở tốc độ là sự thích nghi một cách năng động tốc độ phát ra của nguồn phát tín hiệu dựa trên cơ sở sự phản hồi của mạng. Điều khiển dòng số liệu dựa trên cơ sở “ Tín dụng ” (Credit) là sơ đồ bảo đảm phát trên cơ sở *tài khoản* có được cấp từ mạng đến thiết bị cuối, cho phép nguồn tín hiệu được phát.

Các phương pháp này có một điểm chung là nó đều cố gắng điều khiển luồng số liệu từ nguồn phát để tránh sự tắc nghẽn nặng nề trên mạng. Điểm khác nhau của chúng là cách thông báo phản hồi, chỉ thị tắc nghẽn được phát ra ra sao, và làm thế nào để có thể tránh được tắc nghẽn.

Ví dụ có hai nguồn số liệu (là các Clients) được nối tới cùng nút chuyển mạch đang cố gắng phát liên tục tới một cổng ra của nút chuyển mạch để tới máy tính chủ như minh họa trên hình 8.4. Đây sẽ là cấu hình làm ví dụ để nghiên cứu cho tất cả các ở phương pháp điều khiển luồng số liệu. Tốc độ của hai nguồn phát và cổng đầu ra (tới máy chủ) là bằng nhau và bằng DS3 như trong ví dụ. Một tham số mà ta phải định nghĩa đó là *khoảng thời gian lan truyền một vòng* RTT (Round Trip Time). RTT được đo từ điểm phát đi (nguồn tín hiệu) đến nút chuyển mạch (sau đó tới máy chủ) và trở lại nguồn phát đó. Hai nguồn phát này được chia ra từ nút chuyển mạch bởi RTT có độ dài bằng 16 đơn vị thời gian truyền tế bào (khoảng 15Km tại tốc độ DS3). Đây là bởi vì ngưỡng của bộ đệm của chuyển mạch là 8 do đó vòng lan truyền tín hiệu (Round - trip) có thể là 16. Đây là một kiểu truyền thích hợp trong các chương trình truyền file giữa hai máy Client và máy chủ Server. Mỗi một máy Client có thể phát một cách độc lập, nhưng đồng thời với các máy khác. Những tham số được chọn cho mỗi một ví dụ để để được kết quả là thông lượng có thể đạt được bằng 75% của

thông lượng tối đa. Mỗi ví dụ bao gồm 512 đơn vị thời gian tế bào, tức là bằng 32 vòng lan truyền tín hiệu RTT.

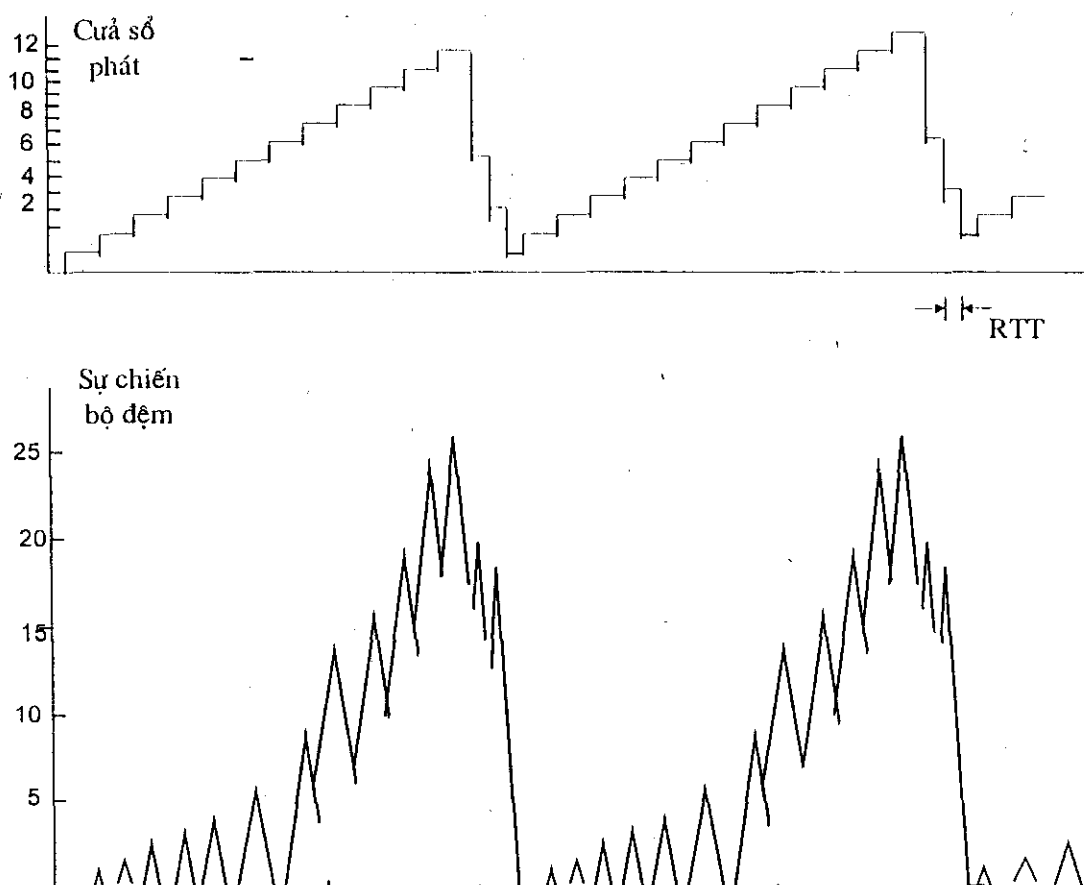


Hình 4.4 : Minh họa dành cho các thí dụ về điều khiển luồng tế bào.

4.5.1 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở - cửa sổ phát .

Trên hình 4.4, mỗi nguồn phát số liệu có một cửa sổ phát (window-based flow control), đó là số tế bào có thể được phát trong mỗi một vòng thời gian RTT. Một vòng đủ RTT sẽ là 16 đơn vị thời gian tế bào như đã giải thích ở phần trước. Nút chuyển mạch có một bộ đệm dùng chung với ngưỡng là T, nó để được chọn là 8 trong ví dụ này. Mỗi vòng truyền RTT, nút chuyển mạch sẽ thông tin phản hồi về cho từng nguồn phát. Nếu dung lượng của bộ đệm nhỏ hơn ngưỡng (< 8) thì nút chuyển mạch sẽ đưa phản hồi thông báo với nguồn là nó có thể tăng cửa sổ phát một cách tuyến tính (quyết định bởi chương trình ứng dụng), ở ví dụ này là một. Nếu số tế bào trong bộ đệm tại nút chuyển mạch lớn hơn ngưỡng, thì nút chuyển mạch sẽ cung cấp một phản hồi về nguồn phát rằng có tắc nghẽn, do đó mỗi nguồn phát sẽ giảm theo cấp số nhân (ở đây chọn là 0,5). Nói một cách khác là khi nút chuyển mạch phản hồi rằng có tắc nghẽn, thì mỗi nguồn phát phải giảm cửa sổ phát đi còn một nửa, do đó giảm được kích thước bùng nổ số liệu đi một nửa. Trong ví dụ khi kích thước cửa sổ phát đạt giá trị 12, phản hồi từ nút chuyển mạch tới nguồn phát rằng ngưỡng đã bị vượt, và do đó cửa sổ phát

giảm xuống còn có 6 tế bào. Nghiên cứu kỹ sơ đồ thấy rằng nguồn phát chỉ được lấy mẫu để thông báo ở tại thời điểm phát, đó là thời điểm bộ đệm có giá trị nhỏ nhất. Do đó ta đạt được giá trị lớn nhất của cửa sổ phát là 12, mặc dầu ngưỡng đã bị vượt qua khi cửa sổ phát là 11, sự trễ này là do cách lấy mẫu và cách đáp ứng của phương pháp (nó sẽ bị trễ đi một vòng thời gian lan truyền (RTT)).



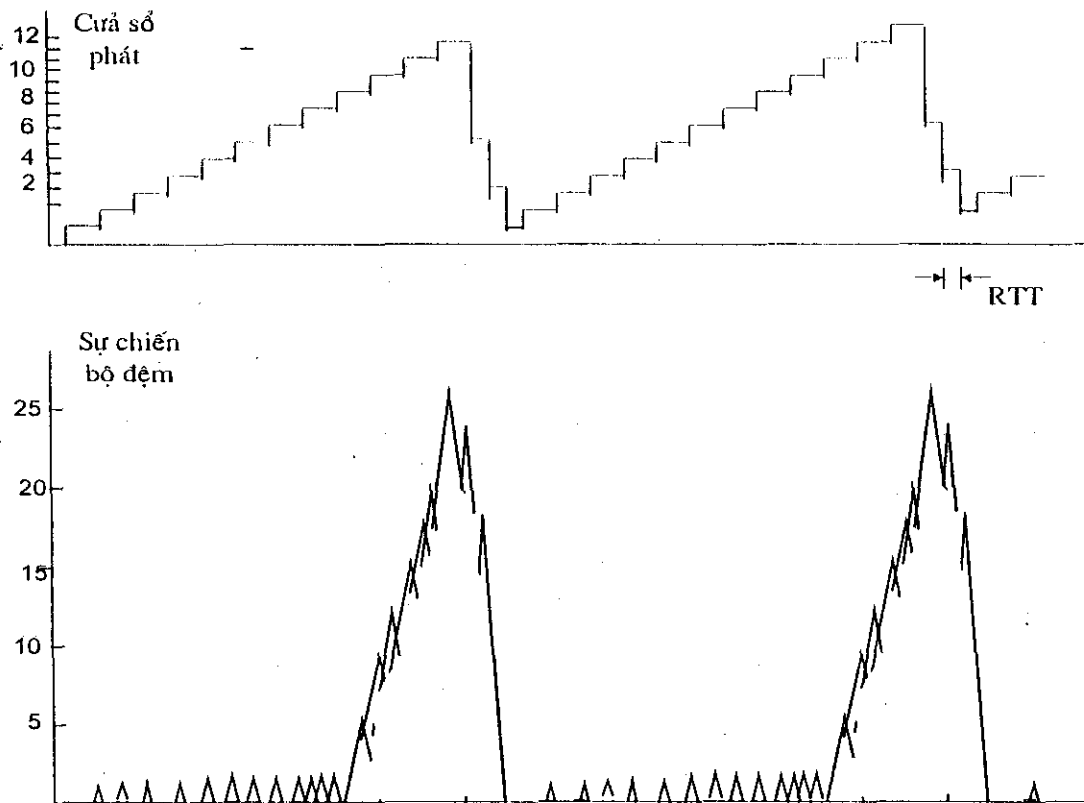
**Hình 4.5 : Sơ đồ minh hoạ điều khiển luồng
dựa trên cơ sở cửa sổ phát.**

Sự trễ này cùng với việc tiếp tục truyền số liệu từ nguồn phát sẽ liên quan đến kích thước của bộ đệm tại nút chuyển mạch. Như vậy là cùng với số tế bào bị trễ, lưu lại từ vòng RTT trước, là các tế bào phát đi từ hai nguồn phát của vòng RTT đã bắt buộc bộ đệm phải chứa tới 26 tế bào như trong ví dụ này tại thời điểm vượt ngưỡng 8. Do các nguồn tín hiệu đều phát đi ở tốc độ đỉnh dẫn đến bộ đệm bị đầy một cách nhanh chóng và sẽ được trả lại là rỗng sau mỗi chu kỳ vòng lan truyền RTT, do đó đồ thị chiếm giữ bộ đệm có hình răng cưa như hình 4.5. Quá trình này được lặp lại sau mỗi chu kỳ RTT cho đến khi ngưỡng bị vượt.

Bằng vài phép tính đơn giản có thể tính được hệ số sử dụng. Mỗi một nguồn phát (Client) phát được 179 tế bào, hay là 358 tế bào cho cả hai nguồn phát (Client). Nó tương đương với 70 % giá trị thông lượng cực đại (512 tế bào).

Điều khiển luồng dựa trên cơ sở cửa sổ phát là rất đơn giản. Nó là kiểu đầu tiên của điều khiển luồng thông tin được thực hiện trong thông tin truyền số liệu. Nó được phát triển hơn trong giao thức điều khiển phát trong Internet (TCP) để tăng thông lượng và dễ thích nghi hơn.

4.5.2 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở tốc độ.



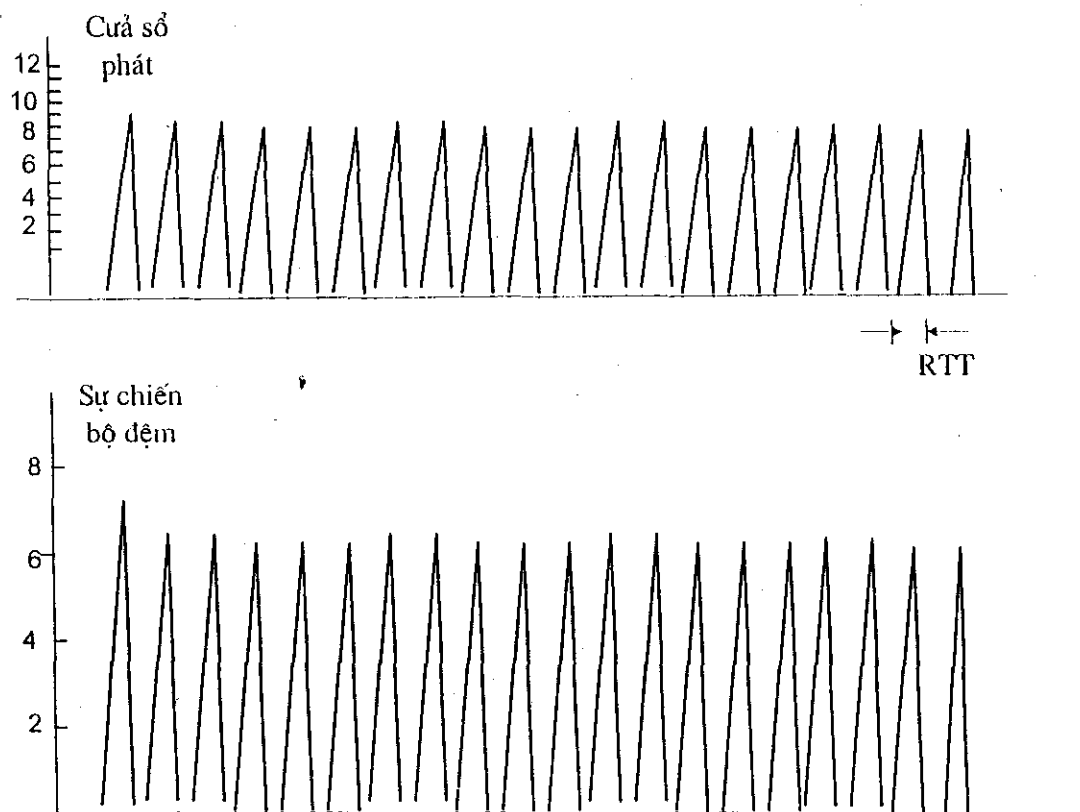
Hình 4.6 : Sơ đồ minh họa điều khiển luồng dựa trên cơ sở điều khiển tốc độ phát.

Tiếp theo ta nghiên cứu đến phương pháp rất giống phương pháp trên, đó là điều khiển luồng thông tin dựa trên cơ sở tốc độ phát (Rate-based flow control). Ví dụ này được sáng tỏ như trên hình 4.6. Trong trường hợp này tốc độ phát của nguồn phát được thay cho cửa sổ phát. Tốc độ ở đây sẽ được tính bằng số đơn vị tế bào được phát đi trong thời gian của một vòng tín hiệu lan truyền RTT. Tốc độ phát được bắt đầu từ 0 (zero). Theo chu kỳ RTT, mạng sẽ phản hồi về nguồn để cho phép nguồn phát được tăng hay giảm tốc độ. Nút chuyển mạch có một ngưỡng trên bộ đệm chung (bằng 8 trong ví dụ này). Nếu số tế bào trong

bộ đệm ít hơn ngưỡng, nút chuyển mạch sẽ tín hiệu chấp nhận tăng tốc độ (1 tế bào cho một chu kỳ RTT). Ngược lại nếu bị vượt ngưỡng, nó sẽ thông tin phản hồi về nguồn yêu cầu giảm tốc độ đi theo cấp số nhân (0,5 cho ví dụ này).

Hiệu quả của phương pháp này là do tốc độ truyền thay đổi nên đồ thị của sự chiếm bộ đệm có vẻ ít thay đổi hơn (ít răng cưa hơn), tuy vậy vẫn có một đỉnh mà giá trị lớn nhất của nó đạt được là 21 tế bào, giảm được khoảng 25% dung lượng bộ đệm (so sánh với 26 tế bào) so với phương pháp dựa trên cửa sổ phát. Đồng thời với nó là thông lượng truyền tế bào cao hơn so với phương pháp trước. Có một điểm bất lợi là nguồn phát cần phải phức tạp hơn và phải có khả năng điều khiển được tốc độ phát sử dụng vài phương pháp tạo dòng lưu thông.

4.5.3 Điều khiển luồng dựa trên cơ sở tín dụng (Credit).



Hình 4.7 : Sơ đồ minh họa điều khiển luồng dựa trên cơ sở báo có (credit).

Tiếp theo ta nghiên cứu qua một phương pháp pháp, ít được ứng dụng hơn, đó là điều khiển luồng dựa trên cơ sở “Tín dụng” (Credit - Based Flow Control). Từ credit ở đây có lẽ được mượn từ trong lĩnh vực ngân hàng. Trong phương pháp này, mỗi một nguồn phát số liệu sẽ được gán một tham số điều

khuyến luồng, có thể thay đổi được, như tài khoản có (credit). Một nguồn phát số liệu sẽ có thể vẫn phát đi được các tế bào, và mỗi lần như vậy, bộ đếm sẽ trừ đi 1 trong tài khoản có (credit) của nó, cho đến chừng nào mà tài khoản có đó vẫn còn lớn hơn zero. Mỗi vòng thời gian lan truyền RTT, nút chuyển mạch sẽ phát đi một bức điện báo giá trị của tài khoản có (như là công việc chuyển khoản trong ngân hàng) cho mỗi một nguồn phát (nó có thể biến đổi). Trong ví dụ nút chuyển mạch có một bộ đệm cho từng mạch ảo (cả VPC và VCC). Tài khoản có được tính như là số còn lại chứa tế bào của bộ đệm cho từng mạch ảo đó. Trong ví dụ này, bộ đệm có giá trị là 8 cho mỗi mạch ảo (nguồn), và đã được chọn để đạt được 75% thông lượng cực đại. Bởi vì RTT bằng 16, do đó bộ đệm không thể chấp nhận nếu tài khoản có (credit) cho mỗi nguồn phát vượt qua 8. Kết quả là sự phát sẽ rất cấp tập (bursty) trong thời điểm đầu của vòng lan truyền RTT, sau đó dừng lại cho đến chu kỳ RTT tiếp theo, do đó phát rất đều nhau và tạo nên đồ thị răng cưa như hình vẽ.

Phương pháp này cách ly tất cả các mạch ảo ra với nhau, và do đó tình trạng tắc nghẽn cũng xảy ra trên cơ sở từng mạch ảo một. Sơ đồ này cũng được sử dụng cùng với phương pháp ưu tiên hàng chờ, hoặc kế hoạch hoá việc phát ra. Điểm bất lợi của phương pháp này là sự phức tạp của nút chuyển mạch và của nguồn phát trong việc thiết lập sự điều khiển báo có (credit), yêu cầu bộ đệm lớn cho sự trễ truyền lan lớn hơn, và việc sử dụng băng thông cho điện báo có đến từng mạch ảo.

4.6 Giải toả tắc nghẽn CR.

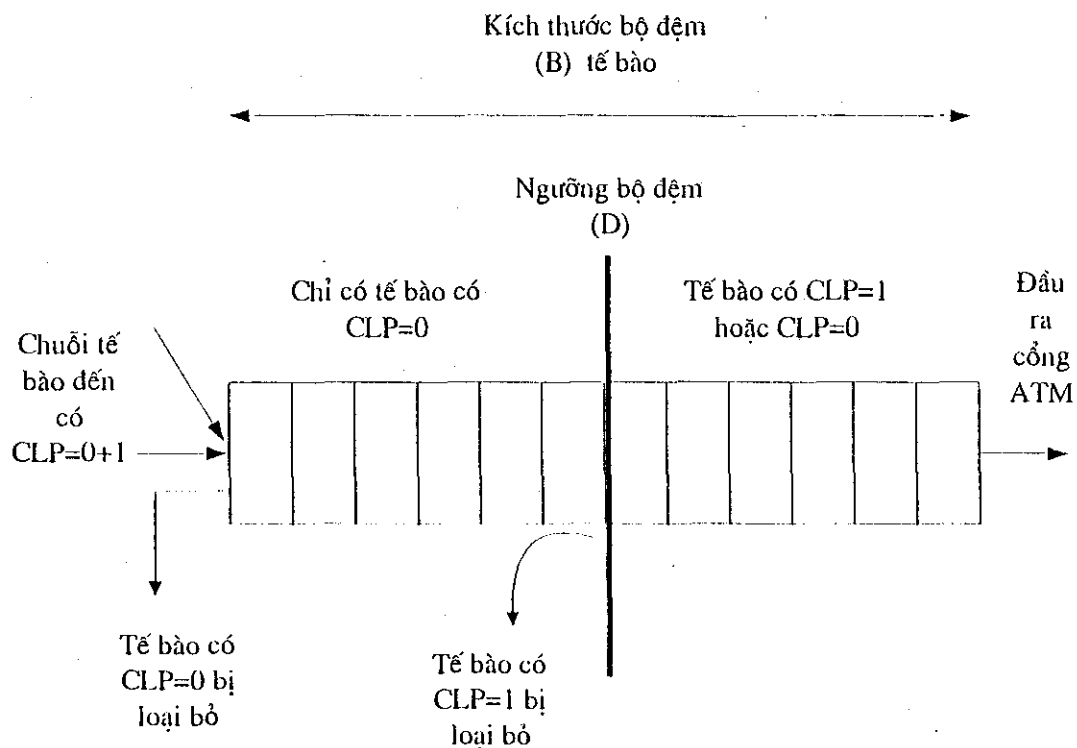
Giải toả tắc nghẽn là sự phản hồi của mạng tới đầu vào khi mạng ở trạng thái tắc nghẽn nặng nề. Giống như trong thực tế cuộc sống, nếu ta gặp phải tắc nghẽn, ta phải tìm ra cho được một con đường nào đó để giải toả, tìm cách thoát ra khỏi đường đó hoặc việc gì đó. Hoặc để nhận được một dịch vụ nào đó, ta cố gắng đến đó thử xem sao, nhưng khi phát hiện thấy hàng quá dài đang xếp, ta có thể phải ra về và sẽ thử đến lại đó sau. Trong ATM cũng có một số phương pháp để giải toả tắc nghẽn như sau:

- Loại bỏ tế bào đã được chọn sẵn
- Sử dụng khả năng của UPC
- Hồi tiếp sự mất
- Cắt đi vài đường

- Những thủ tục khai thác

4.6.1 Loại bỏ tế bào đã được chọn sẵn.

Loại bỏ tế bào đã được chọn sẵn được định nghĩa như là trạng thái mà mạng có thể loại bỏ những tế bào có độ ưu tiên bị loại bỏ thấp $CLP = 1$ để bảo đảm đạt được các chỉ tiêu chất lượng dịch vụ QoS từ dòng tế bào có $CLP = 0$ và $CLP = 1$. Nhắc lại một chút về bit CLP ở trong tiêu đề của tế bào ATM để chỉ những tế bào có độ ưu tiên cao ($CLP=0$) và độ ưu tiên thấp ($CLP=1$). Một nhiệm vụ của sự loại bỏ tế bào đã được định sẵn là đưa ra một sự đối xử ưu đãi các tế bào có $CLP = 0$ hơn là các tế bào có $CLP = 1$ trong thời gian có tắc nghẽn.



Hình 4.8 : Sơ đồ minh họa chức năng loại bỏ tế bào có lựa chọn.

Loại bỏ tế bào đã được chọn sẵn là phương tiện chủ yếu, quan trọng và là chức năng tiêu chuẩn của mạng trong điều khiển tắc nghẽn. Nó được sử dụng để tránh tắc nghẽn hoặc thậm chí được sử dụng để giải toả tắc nghẽn. Mạng có thể sử dụng loại bỏ tế bào có lựa chọn để đảm bảo cho dòng tế bào $CLP=0$ đạt được các tham số chất lượng dịch vụ QoS.

Hình 4.8 minh họa một sơ đồ loại bỏ tế bào. Bộ đệm có độ lớn là B tế bào. Các tế bào được đi vào từ phía bên trái và phía bên phải là đầu thoát ra của bộ đệm tới một cổng của nút chuyển mạch. Do tế bào có thể được đưa vào từ nhiều đầu vào khác nhau nên dẫn đến có thể bị tắc nghẽn. Có một ngưỡng giành cho các tế bào $CLP=1$ ở điểm D . Một khi bộ đệm bị lấp đầy đến mức D , nó sẽ bị loại bỏ nếu nó có $CLP=1$, do đó sau điểm D chỉ có thể còn các tế bào có $CLP=0$ mới có thể có chỗ ở vùng này, tất nhiên là nếu tràn quá cả B , thì cả các tế bào có $CLP=0$ cũng bị loại bỏ nốt.

Khái niệm về ngưỡng của bộ đệm còn có thể mở rộng ra thành nhiều ngưỡng khác nhau, để thực hiện trên nhiều mức ưu tiên loại bỏ tế bào dựa trên cơ sở kênh ảo/đường ảo VPI/VPI.

4.6.2 Sử dụng linh động khả năng của bộ điều khiển sử dụng UPC.

Một cách khác nữa để giải toả tắc nghẽn là đặt lại cấu hình các tham số của UPC. Điều này đạt được bằng sự thoả thuận lại với người sử dụng, hoặc đơn phương quyết định kiểu đường kết nối của mạng. Lý tưởng là người sử dụng có thể cùng điều khiển và cùng quyết định được.

4.6.3 Hồi tiếp sự mất mát (Loss Feedback).

Một phương pháp khác nữa của điều khiển tắc nghẽn là phát hiện ra tắc nghẽn xảy ra ở giao thức lớp cao hơn (như là TCP) tại hệ thống đầu cuối, và nó giảm thông lượng phát trên chương trình ứng dụng tại hệ thống đầu cuối phát. Điều này dẫn đến là tải đưa vào mạng giảm đi, và do đó có thể giải toả được tắc nghẽn. Có một vài điểm bất lợi có thể xảy ra là: sự phản ứng với tắc nghẽn khá chậm, nó phải ít nhất bằng một vòng thời gian lan truyền thông qua các mạng trung gian cộng với thời gian xử lý trong hệ thống đầu cuối và có thể là không phải tất cả các hệ thống đầu cuối đều nhận biết được tắc nghẽn và có cùng một phản ứng như nhau nên dẫn đến sự mất cộng bằng trong xử lý.

Một trong những sơ đồ điều khiển tắc nghẽn tiềm ẩn rất có giá trị, đang được sử dụng rộng rãi là giao thức điều khiển phát TCP. Nó hoạt động như sau: TCP sẽ phát từng nhóm số liệu theo kích thước nhất định gọi là *cửa sổ phát* (window size). Mỗi lần một nhóm truyền đi, TCP sẽ đợi cho đầu đối xác nhận (trong khoảng thời gian cho trước). Khi nhận được xác nhận tốt, TCP sẽ phát một nhóm số liệu khác có kích thước *cửa sổ phát* gấp đôi kích thước của *cửa sổ* vừa phát mà nó vừa phát xong. Và nó sẽ lại tiếp tục như vậy nếu như nó vẫn nhận

được xác nhận thu tốt từ đầu đối đưa đến. Khi *cửa sổ* phát có kích thước bằng một nửa kích thước lớn nhất của *số* phát lần trước (là lần mà dẫn đến tắc nghẽn) nó sẽ không tăng theo cấp số nhân nữa mà tăng lên một các tuyến tính. Việc mở rộng *cửa sổ* phát này được thực hiện cho đến khi vượt qua khoảng thời gian cho phép (time out) mà vẫn không nhận được xác nhận từ đầu đối (do mất hoặc do quá trễ vì tắc nghẽn) thì khi đó *cửa sổ* phát bị thu nhỏ lại bằng một nửa mỗi lần, cho đến khi nhận được xác nhận thu tốt từ phía đối, và quá trình tăng kích thước của *cửa sổ* phát lại bắt đầu như trên.

4.6.4 Huy bỏ đi một vài kết nối đường.

Một phản ứng khác mạnh mẽ hơn để giải toả tắc nghẽn đó là cắt đi một vài đường kết nối nếu và khi có tắc nghẽn nghiêm trọng. Nó được dùng trong trường hợp có những đường được coi là tối quan trọng trên mạng như những đường liên quan đến an ninh quốc phòng hay liên quan đến các dịch vụ khẩn cấp của cộng đồng sẽ có độ ưu tiên cao nhất, do đó trong trường hợp tắc nghẽn nghiêm trọng, làm cả mạng bị dừng lại, thì việc cắt các đường có độ ưu tiên thấp hơn là cần thiết để đảm bảo hoạt động của các đường có độ khẩn tối cao này.

4.6.5 Những thủ tục khai thác.

Nếu tất cả các phương pháp tự động đều không đạt được kết quả, thì người khai thác mạng có thể can thiệp và cắt một số đường nào đó, chuyển lưu thông qua một đường nào khác hoặc thêm vào các tài nguyên mạng khác. Những hoạt động quản lý mạng để chuyển sang đường khác một cách tự động là không tiêu chuẩn hoá và đó là đặc quyền của nhà cung cấp mạng. Những thủ tục này phải rất chặt chẽ, phối hợp một cách cẩn thận đặc biệt khi có nhiều mạng liên quan đến.

BẢNG CHÚ GIẢI CÁC TỪ VIẾT TẮT TIẾNG ANH

Từ viết tắt	Thuật ngữ tiếng Anh	Thuật ngữ tiếng Việt tra cứu
ALL	ATM Adaption Layer	Lớp tương thích ATM
AL	Alignment	Trường sắp xếp
ARQ	Automatic Repeat Request	Thủ tục yêu cầu nhắc lại
ATD	Asynchronous Time Division	Hệ thống ghép kênh thời gian không đồng bộ
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Dạng truyền không đồng bộ
AUU	ATM layer user to ATM layer user	Trường liên kết giữa hai người sử dụng lớp liên kết ATM
BER	Bit Error Rate	Tỉ lệ lỗi bit
B-ISDN	Broadband Intergrated Service Digital Network	Mạng tổ hợp dịch vụ số băng rộng
B-NT	Broadband and Network Termination	Thiết bị kết cuối mạng băng rộng
B-TE	Broadband Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối băng rộng
BOM	Beginning Of Message	Phần đầu của thông điệp CSP-DU
BSVC	Broadcast Signalling Virtual Channel	Kênh ảo báo hiệu truyền thông
BSVCI	Broadcast Signalling Virtual Channel Identifier	Số ảo nhận dạng kênh hiệu truyền thông
Btag	Beginning Tag	Trường nhãn hiệu đầu
CATV	Community Antenna TeleVision	Hệ thống truyền hình cáp
CAU	Cause	Trường nguyên nhân
CBR	Constant Bit Rate	Tốc độ truyền là hằng số
CC	Cross-connector	Bộ nối xuyên
CCITT	Committee Consaltant	Ủy ban tư vấn điện thoại điện

	International Telegraph and Telephone	thoại điện báo quốc tế
CEI	Connection Identifier	Số hiệu nhận dạng phần tử của cuộc nối
CLNS	Connection Network Service	Dịch vụ mạng không liên kết
CONS	Connection - Oriented Network Service	Dịch vụ mạng hướng liên kết
CLP	Cell Loss Priority	Trường quy định độ ưu tiên mất tế bào
CN	Customer Network	Mạng của người sử dụng
CO	Central Office	Bộ phận trung tâm
COM	Continuation Of Message	Phần tiếp theo của thông điệp
CP	Common Part	Phần chung
CPCS	Common Part Convergence Sublayer	Lớp con hội tụ chung
CPI	Common Part Indicator	Trường báo hiệu phần chung
CRC	Cyclic Redudancy Check	Mã kiểm tra dư vòng
CS	Convergence Sublayer	Lớp con hội tụ
CSI	Convergence Sublayer Indication	Bít báo hiệu lớp con hội tụ
CSMA/CD	Carried Sense Multiple Access With Collision Detection	Truy nhập đa hướng với thủ tục phát hiện đụng độ
DD	Depacketization Delay	Trễ tháo gói
DQBD	Distributed Queue Dual Bus	Mạng sử dụng hàng đợi kênh kép phân phối
EOM	End Of Message	Phần kết thúc của thông điệp CS-PDU
Etag	Ending Tag	Nhãn hiệu kết thúc
FCS	Fast Circuit Switching	Chuyển mạch kênh tốc độ cao
FD	Fixed Switching Delay	Trễ chuyển mạch cố định
FDDI	Fiber-Distributed Data Interface	Mạng sử dụng giao diện truyền số liệu là cáp quang
FEC	Forward Erro Correction	Kỹ thuật sửa lỗi trước

FIFO	First In- First Out	Bộ đệm vào trước ra trước
GFC	Generic Flow Control	Trường điều khiển luồng chung
GSVCI	Global Signalling Virtual Channel Identifier	Số hiệu nhận dạng kênh ảo báo hiệu chung
HDLC	High Lever Data Link Control	Thủ tục điều khiển liên kết dữ liệu mức cao
HDTV	High Definition Television	Truyền hình phân giải cao
HEC	Hender Erro Control	Trường điều khiển lỗi đầu khung
HIPPI	High Performance Parallel Interface	Mạng sử dụng giao diện song song chất lượng cao
IBCN	Intergrated Broadband Communication Network	Mạng thông tin băng rộng tổ hợp
IC	Input Controler	Bộ điều khiển đầu vào
IN	Intelligent Network	Mạng thông minh
ISDN	Intergrated Service Digital Network	Mạng tổ hợp dịch vụ số
ISUP	ISDN User Part	Phần ứng dụng của báo hiệu ISDN băng hẹp
ITU	International Telecommunication Union	Hiệp hội viễn thông quốc tế
IWU	Interworking Unit	Phần tử liên kết mạng
LAPB	Balanced Link Access Procedure	Thủ tục truy nhập đường truyền cân bằng
LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ
LI	Length Indicator	Trường chỉ thị độ dài đường thông tin
MID	Multiplexing Identifier	Trường số liệu nhận dạng ghép kênh
MRCS	Multi-Rate Curcuit Switching	Chuyển mạch kênh đa tốc độ
MRFCs	Multi-Rate Fast Curcuit Switching	Hệ thống chuyển mạch nhanh đa tốc độ
MSVC	Meta-Signalling Virtual Channel	Kênh ảo báo hiệu trao đổi

MT	Message Type	Trường kiểu thông điệp
MTP	Message Transfer Part	Phần truyền thông điệp
NNI	Network Node Interface	Giao diện giữa các nút mạng
OAM	Operation Administration Maintenance	Điều hành quản lý và bảo dưỡng
OC	Output Controler	Bộ điều khiển đầu ra
OSI	Open System Interconnection	Mô hình tham chiếu liên kết các hệ thống mở
PAD	Pad	Trường đệm
PBX	Private Branch Exchange	Tổng đài cục bộ
PC	Persional Computer	Máy tính cá nhân
PCI	Protocol Control Information	Thông tin điều khiển thủ tục
PCR	Point-to-Point SVC Cell Rate	Trường tốc độ tế bào trên SVC từ điểm tới điểm
PD	Packelization Delay	Trễ tạo gói
PD	Protocol Discriminator	Trường phân biệt thủ tục
PDH	Plesiochonomous Digital Hierachy	Hệ thống truyền dẫn số cận đồng bộ phân lớp
PDU	Protocol Data Unit	Đơn vị số liệu thủ tục
PER	Packet Error Rate	Tỷ lệ lỗi gói
PIR	Packet Insert Rate	Tỷ lệ chèn gói
PL	Physical Layer	Lớp vật lý
PLR	Packet Loss Rate	Tỷ lệ mất gói
PM	Physical Medium	Lớp con đường truyền vật lý
POH	Path Overhead	Trường tiêu đề khung SDH
POST	Plain Odd Telephone Service	Dịch vụ điện thoại công cộng truyền thống
PRM	Protocol Reference Module	Mô hình tham chiếu thủ tục
PSVC	Point to Point Signalling Virtual Channel	Kênh ảo báo hiệu từ điển tới điểm
PSVCI	Point to Point Signalling Virtual Channel Indentifier	Số liệu kênh ảo báo hiệu từ điển tới điểm
PSTN	Public Swiched Telephone	Mạng điện thoại công cộng

	Network	
PT	Payload Type	Trường kiểu tế bào
PV	Protocol Version	Trường chủng loại thủ tục
QD	Queueing Delay	Trễ hàng đợi
RAM	Random Access Memory	Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên
RI	Reference Identifier	Trường số nhận dạng tra cứu
RTS	Residual Time Stamp	Mốc thời gian dư
S-ALL	ATM Adaption Layer For Signalling	Lớp tương thích ATM dành cho báo hiệu
SAP	Service Access Point	Điểm truy nhập dịch vụ
SAR	Segmentation And Assembly	Lớp con thiết lập và tháo tế bào
SCP	Service Control Point	Điểm điều khiển dịch vụ
SDH	Synchronous Digital Hierachy	Hệ thống phân cấp số đồng bộ
SDTV	Standard Digital TeleVision	Truyền hình số chuẩn
SDU	Sevice Data Unit	Đơn vị dữ liệu dịch vụ
SLMD	Subscriber Line Module Broadband	Khối tiếp giáp thuê bao băng rộng
SMDS	Swiched Multi-megabit Data Service	Mạng số liệu chuyển mạch tốc độ cao
SN	Sequence Number	Bít số thứ tự
SNP	Sequence Number Protection	Trường mã chống lỗi cho số thứ tự
SOH	Section Overhead	Trường tiêu đề khung SDH
SONET	Synchronous Optical Network	Mạng truyền dẫn quang đồng bộ
SRTS	Synchronous Redual Time Stamp	Phương pháp đánh dấu thời gian dư đồng bộ
SS.7	Common Channel Signalling System No.7	Hệ thống báo hiệu kênh chung số 7
SSCF	Service Specific Cooperation Function	Chức năng phối hợp phụ thuộc dịch vụ
SSCOP	Service Specific Connetion Oriented Protocol	Thủ tục hướng liên kết phụ thuộc dịch vụ

SSCS	Service Specific Convergence Sublayer	Lớp con hội tụ phụ thuộc dịch vụ
SSM	Single Segment Message	Thông điệp CS-PDU đơn
SSP	Service Specific Part	Phần phụ thuộc dịch vụ
ST	Segment Type	Kiểu phân đoạn
STM	Synchronous Transfer Mode	Chế độ truyền đồng bộ
STP	Signal Transfer Point	Điểm chuyển tiếp báo hiệu
SVC	Signal Virtual Channel	Kênh báo hiệu ảo
SVCI	Signal Virtual Channel Identifier	Số hiệu nhận dạng kênh báo hiệu ảo
TD	Transmission Delay	Trễ truyền
TDM	Time Division Multiplexing	Phương pháp ghép kênh theo thời gian
TE	Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối
TMB	Trunk Module Broadband	Khối trung kế băng rộng
TMN	Telecommunication Management Network	Mạng quản lý viễn thông
UNI	User Network Interface	Giao diện người sử dụng mạng
UU	CPS user to user Indication	Trường mang thông tin CPS từ người sử dụng tới người sử dụng
VBR	Variable Bit rate	Tốc độ truyền thay đổi
VC	Virtual Channel	Kênh ảo
VCC	Virtual Channel Connection	Nối kênh ảo
VCI	Virtual Channel Identifier	Số hiệu nhận dạng kênh ảo
VP	Virtual Path	Đường ảo
VPC	Virtual Path Connection	Nối đường ảo
VPCI	Virtual Path Connection Identifier	Số hiệu nhận dạng cuộc nối đường ảo
VPI	Virtual Path Identifier	Số hiệu nhận dạng đường ảo

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ulrich Killat
“Access to B-TSDN via PONs, ATM Communication in Practice”
Willey& Teubneur - 1996
2. Sungkeun Lee, Young Kim, Seungkyu Kim, Suckwoo Kim, Huynjoon Cho, Kyunghun Jang, Sangsin Yoo, Duckjin Im, Youngjin Sim
“An Implementation of B-ISDN Signalling for Point to Point Connection”
L.E.E.E Professional Journal, June 1995
3. Martin De Prycker
“ Asynchronous Transfer Mode — Solution for Broadband ”
Ellis Horwood, 1992
4. “ ATM Core Service, User Guide ”
NORTEL - 1996
5. Rainer Høndel, Manfred N. Huber, Stefan Schröder
“ ATM Network - Concept Protocol, Applications ”
Addion - Wesley, 1994
6. David E. Mcdysan, Darren L. Spohn
“ATM Theory and Application ”
McGrarw-Hill Inc, 1994
7. Balaji Kumar
“ Broadband Communications - A professional guide to ATM, Frame Relay, SMDS, SONET, and B-ISDN ”
McGraw-Hill Inc, 1995
8. Craig Patridge
“ Gigabit Networking ”
Addion - Wesley, 1994
9. JM Pitts, JA Schormans
“ Introducton to ATM Design and Performance”
John Willey & Son, 1996
10. Ki-Yueng Kim, Hee-In Lim, Min-Su Cho, Hyeong-Ho Lee, Tea-II Kim, Go-Bong Choi
“ In Call Processing of the Service Switching Point”
Second Asia-Pacific Conference on Communocations (APCC) - Osaka, Japan
13th to 16th June 1995

11. William Stallings
“ Local and Metropolitan Area Network ”
Upper saddle River, New Jersey, 1997
12. Korean Post and telecommunication
“ Signalling For Telephone Network ”
13. Sidnie Feit
“ TCP/IP Architecture, Protocols and Implementation ”
McGraw - Hill Inc, 1993
14. Joseph W. Miller III
“ Telecommunications - Evolution and Change ”
A Presentation to Radio and Electronics Assosiation of Vietnam - USWest,
Jan.2nd 1995.
15. LG Information & Telecommunication, Ltd
“ Công nghệ ATM và CDMA ”
Nhà xuất bản thanh niên, 1996
16. Nguyễn Thú Hải
“ Mạng máy tính kỹ thuật và ứng dụng ”
Trường đại học Bách khoa Hà nội, 1991
17. Tổng công ty bưu chính viễn thông Việt nam
“ Mạng số liên kết đa dịch vụ ISDN ”
Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, 1995
18. Nguyễn Việt Hà
“ Nghiên cứu một số phương pháp ghép một số thiết bị cuối của các mạng
hiện hữu và mạng ISDN ”
Đồ án tốt nghiệp cao học trường Đại học Bách khoa Hà nội
19. Trương Quang Dũng, Nguyễn Kim Lan, Đỗ Mạnh Quyết, Trần Vũ Hà,
Nguyễn Thành Phúc.
“ Nghiên cứu kỹ thuật chuyển mạch không đồng bộ ”
20. Tạp chí PCWorld 1996, 1997
21. Tạp chí Byte 1995, 1996, 1997
22. Asia Telecom 1995, 1996, 1997

ĐỀ TÀI KHCN 01-10
ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

NỘI DUNG THỨ BA:

NGHIÊN CỨU KẾT NỐI GIỮA
MẠNG CỤC BỘ ATM (ATM - LAN)
VÀ MẠNG MÁY TÍNH CỤC BỘ (LAN)

Chủ trì đề tài nhánh: PGS PTS Phạm Minh Hà.
Cộng tác viên: Nguyễn Chấn Hùng.

MỤC LỤC

Lời giới thiệu	121
1. Sự phát triển của các thế hệ LAN	123
1.1. Thế hệ 1	123
1.1.1. Ethernet LAN	123
1.1.2. Token Bus	125
1.1.3. Token Ring	127
1.2. Thế hệ 2	129
1.2.1. FDDI	129
1.2.2. FDDI-II	132
1.3. Thế hệ 3	133
1.4. Tóm tắt	134
2. Cơ sở hoạt động của LAN	135
2.1. LAN và mô hình OSI	135
2.2. Các thiết bị mạng	137
2.3. Cấu hình mạng	138
2.4. Các hệ điều hành mạng thông dụng	139
2.4.1. Tổng quan	139
2.4.2. Các hệ điều hành mạng thông dụng	141
2.5. Tóm tắt	142
3. Tổng quan về công nghệ ATM	143
3.1. Kiến trúc giao thức của ATM	143
3.2. Kênh ảo và đường ảo	144
3.2.1. Một số khái niệm có liên quan tới kênh ảo và đường ảo	144
3.2.2. Các ứng dụng của các cuộc nối kênh ảo, đường ảo	146
3.3. Cấu trúc tế bào ATM	146
3.4. Lớp tương thích ATM (AAL)	150
3.5. Tóm tắt	153
4. Ứng dụng công nghệ ATM vào LAN	154
4.1. ATM LAN	154
4.1.1. Kiến trúc của ATM-LAN	154
4.1.2. Các xu hướng phát triển mới của ATM LAN	169
4.2. Cấu trúc một ATM-LAN thực tế	173
4.2.1. Chuyển mạch ATM	173
4.2.2. Card giao diện ATM	175
4.2.3. Cấu hình mạng hiện nay và khả năng mở rộng	175
4.3. Một vài ứng dụng của mạng ATM	176
4.3.1. Hội nghị truyền hình (Videoconferencing)	176
4.3.2. Hệ thống VOD (Video on demand)	178
4.3.3. Các ứng dụng khác	179
4.4. Tóm tắt	179
5. Tổng quan về các phương pháp kết nối đã và đang được sử dụng	180

5.1. Phương pháp kết nối dùng phần cứng.....	180
5.1.1. Phương pháp kết nối dùng Switch (hoặc Bridge)	180
5.1.2. Phương pháp kết nối dùng router	184
5.2. Phương pháp kết nối dùng phần mềm	185
5.2.1. Kết nối bằng Windows NT.....	185
5.2.2. Kết nối bằng Novell Netware	197
5.3. So sánh và đánh giá các phương pháp kết nối	198
5.4. Tóm tắt.....	201
6. Phương pháp kết nối dùng phần mềm	
tại phòng thí nghiệm ATM (ĐHBK Hà nội)	202
6.1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp kết nối	202
6.2. Các thực nghiệm đã tiến hành	202
6.3. Kết quả và đánh giá	204
6.4. Xu hướng nghiên cứu tiếp theo.....	204
Bảng chú giải các từ viết tắt Tiếng Anh	206
Tài liệu tham khảo	209

LỜI GIỚI THIỆU

Trong những năm cuối thế kỷ 20 nhân loại đã chứng kiến một cuộc cách mạng khoa học kỹ thuật lớn chưa từng có. Đó là sự phát triển mạnh mẽ của hai ngành Tin học và Điện tử - Viễn thông. Cuộc cách mạng này đã và đang đem đến cho con người những khả năng kỳ diệu trong tất cả các lĩnh vực: kinh tế, giáo dục, văn hoá, y học, thông tin.... Đặc biệt, sự ra đời của mạng tổ hợp số đa dịch vụ ISDN cho phép kết hợp giữa mạng máy tính và mạng viễn thông đánh dấu một bước ngoặt lớn trong lịch sử phát triển của cả hai ngành khoa học kỹ thuật mũi nhọn này.

Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM (Asynchronous Transfer Mode) là nền tảng cho mạng tổ hợp số đa dịch vụ băng rộng B-ISDN. ATM là sự kết hợp của công nghệ truyền dẫn và công nghệ chuyển mạch qua mạng giao tiếp được chuẩn hoá. Nó phân chia và ghép kênh tiếng nói, hình ảnh, số liệu vào các khối có chiều dài cố định gọi là Cell (tế bào). Đối với sự phát triển của mạng máy tính thì ATM là một công nghệ mạng tốc độ cao đem đến nhiều khả năng to lớn như các ứng dụng multimedia, hội nghị truyền hình (videoconferencing)... Do nhiều nguyên nhân, ở nước ta công nghệ này mới chỉ bắt đầu xuất hiện nhưng chắc chắn trong tương lai không xa, nó sẽ được triển khai rộng rãi để đáp ứng nhu cầu thông tin trước ngưỡng cửa thế kỷ 21.

Đề tài "*Nghiên cứu về vấn đề kết nối giữa mạng cục bộ ATM (ATM - LAN) và mạng máy tính cục bộ (LAN)*" là một phần trong nhánh đề tài nghiên cứu về công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM nằm trong đề tài cấp nhà nước KH-CN 01-10. Đề tài này không chỉ có giá trị về mặt lý thuyết mà còn có ý nghĩa quan trọng về mặt thực tiễn. Trong quá trình làm đề tài, một số thí nghiệm đã được thực hiện tại phòng thí nghiệm kỹ thuật thông tin tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội trên các thiết bị ATM do hãng KMT Hàn Quốc viện trợ.

Nội dung đề tài chia làm ba phần gồm sáu chương :

Phần I : Giới thiệu hiện trạng phát triển của LAN

Chương 1 : Trình bày những nét chính về sự phát triển của các thế hệ LAN, các đặc điểm kỹ thuật cơ bản nhất của các công nghệ LAN như Ethernet, Token Bus, Token ring, FDDI...

Chương 2 : Trình bày các nét khái quát nhất về LAN bao gồm cấu trúc mạng, hệ điều hành mạng, các thiết bị mạng thông dụng...

Phần II: Công nghệ ATM và ứng dụng công nghệ ATM vào LAN

Chương 3 : Trình bày khái quát các lý thuyết cơ sở về công nghệ ATM.

Chương 4 : Các giải pháp ứng dụng ATM vào LAN, cấu trúc ATM LAN cùng với một số ứng dụng của mạng ATM.

Phần III : Kết nối LAN hiện hữu và ATM LAN

Chương 5 : Trình bày tổng quan về các phương pháp kết nối LAN hiện hữu và ATM LAN. Nhiều phương pháp kết nối được đề cập và so sánh, đánh giá một cách khách quan dựa trên cơ sở các tài liệu tham khảo và các kết quả thí nghiệm thu thập được.

Chương 6 : Trình bày kết quả thử nghiệm kết nối dùng phần mềm tại phòng thí nghiệm ATM trường ĐHBK Hà nội.

1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC THẾ HỆ LAN

1.1. Thế hệ 1

1.1.1. Ethernet LAN

❖ Cấu trúc mạng và hoạt động

Phương pháp truy nhập vật tải thông dụng nhất cho các cấu hình mạng bus, cây và sao là phương pháp cảm nhận đa truy nhập và dò tìm xung đột (Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection - CSMA/CD). Kỹ thuật này lần đầu tiên được hãng Xerox phát triển và trở thành phần cốt yếu của Ethernet-LAN, sau này nó được định nghĩa và chuẩn hoá trong chuẩn IEEE 802.3. Cơ cấu CSMA/CD tuân theo các qui tắc sau:

- Nếu vật tải rỗi, thì phát. Ngược lại, thì chuyển sang bước 2.
- Nếu vật tải bận, tiếp tục nghe cho đến khi kênh rỗi, sau đó phát ngay lập tức.
- Nếu trong khi đang phát mà phát hiện ra xung đột, thì phát ra một tín hiệu báo tắc ngẽn để thông báo cho tất cả các trạm khác biết rằng xảy ra xung đột và sau đó dừng phát.

Sau khi phát tín hiệu tắc ngẽn. Chờ một thời gian ngẫu nhiên, sau đó thử phát lại lần nữa (lặp lại bước 1). Hình 1.1: **Hoạt động của cơ cấu CSMA/CD** mô tả hoạt động của mạng Ethernet :

- Trong hình vẽ, tại thời điểm t0, trạm A bắt đầu phát gói đến địa chỉ D.
- Tại thời điểm t1, cả B và C đều sẵn sàng phát. B phát hiện ra có trạm đang phát nên trì hoãn việc phát số liệu. Còn C không phát hiện ra điều này nên bắt đầu phát.
- Tại thời điểm t2, khi gói của A đến vị trí trạm C, C phát hiện ra xung đột nên dừng phát. Các gói bị xung đột truyền ngược trở về A.
- Tại thời điểm t3, A phát hiện ra xung đột và ngừng phát. Như vậy, tiếp theo cả A và C sẽ chờ những khoảng thời gian ngẫu nhiên trước khi phát lại.

❖ Các đặc điểm kỹ thuật

Cơ cấu truy nhập của Ethernet có một số đặc điểm chính như sau:

- Khung dữ liệu phải có độ dài đủ lớn để phát hiện ra xung đột trước khi kết thúc phát.
- Phương pháp CSMA/CD rất có hiệu quả với các mạng chịu tải nhẹ và vừa.

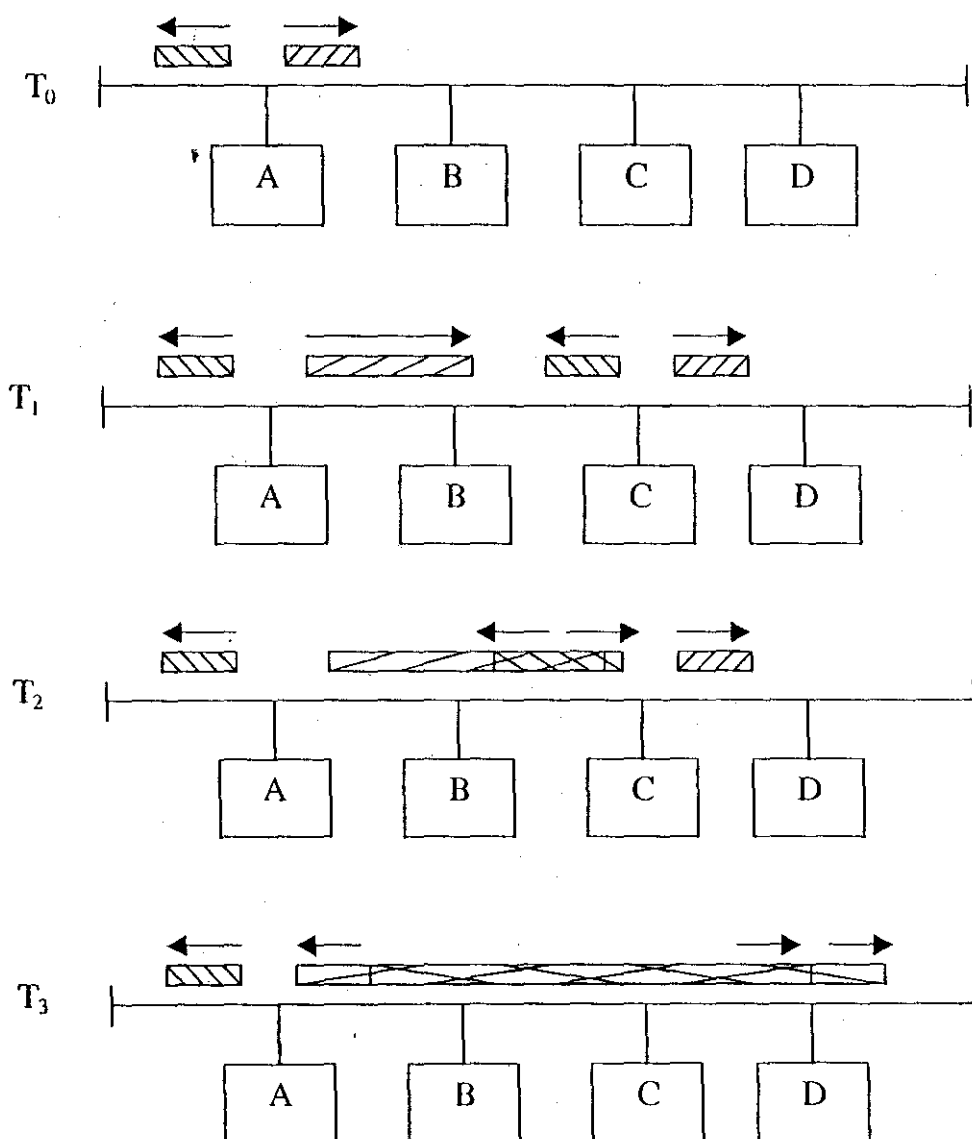
- Đối với các mạng chịu tải nặng, có nguy cơ xảy ra tắc nghẽn.
- Cơ cấu này không cho phép điều khiển được quyền ưu tiên truy nhập.

Chuẩn 802.3 cho lớp vật lý qui định một số các chuẩn cho các phương tiện truyền dẫn khác nhau. Tên của chúng được đặt theo dạng sau:

[Tốc độ số liệu tính theo Mbit/s] [Phương pháp truyền tín hiệu] [Chiều dài lớn nhất của một đoạn mạng tính theo 100 mét] (trừ một số ngoại lệ)

Ví dụ: 10BASE5, 10BASE2, 10BASE-T, 10BROAD36, 10BASE-F.... trong đó 10BASE5 chỉ ra chuẩn áp dụng với loại phương tiện truyền dẫn tại băng cơ sở (base band), tốc độ 10 Mbit/s, chiều dài tối đa của một đoạn là 500m, 10BROAD36 là chuẩn áp dụng với loại phương tiện truyền dẫn băng rộng (board band), tốc độ 10 Mbit/s, chiều dài tối đa của một đoạn là 3600m.

Một số ngoại lệ như 10BASE-T với 'T' chỉ loại cáp xoắn (Twist pair), 10BASE-F chỉ loại cáp quang (Optical Fiber)...



Hình 1.1: Hoạt động của cơ cấu CSMA/CD

1.1.2. Token Bus

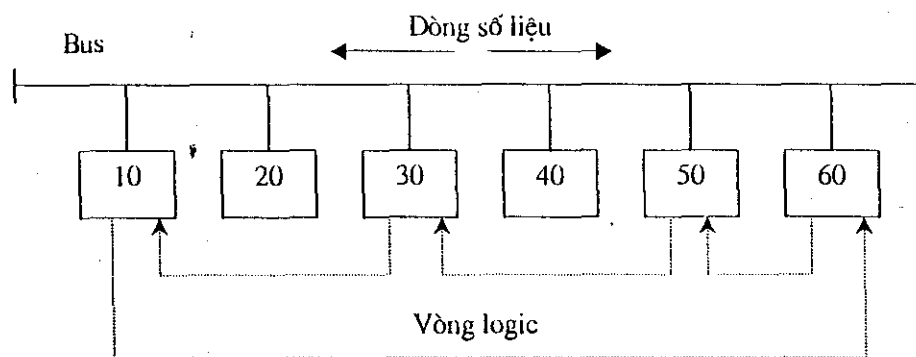
❖ Cấu trúc mạng và hoạt động

Chuẩn IEEE 802.4 áp dụng cho mạng Token Bus, dùng cấu hình Bus và Tree. Cấu trúc của mạng Token Bus được mô tả như sau:

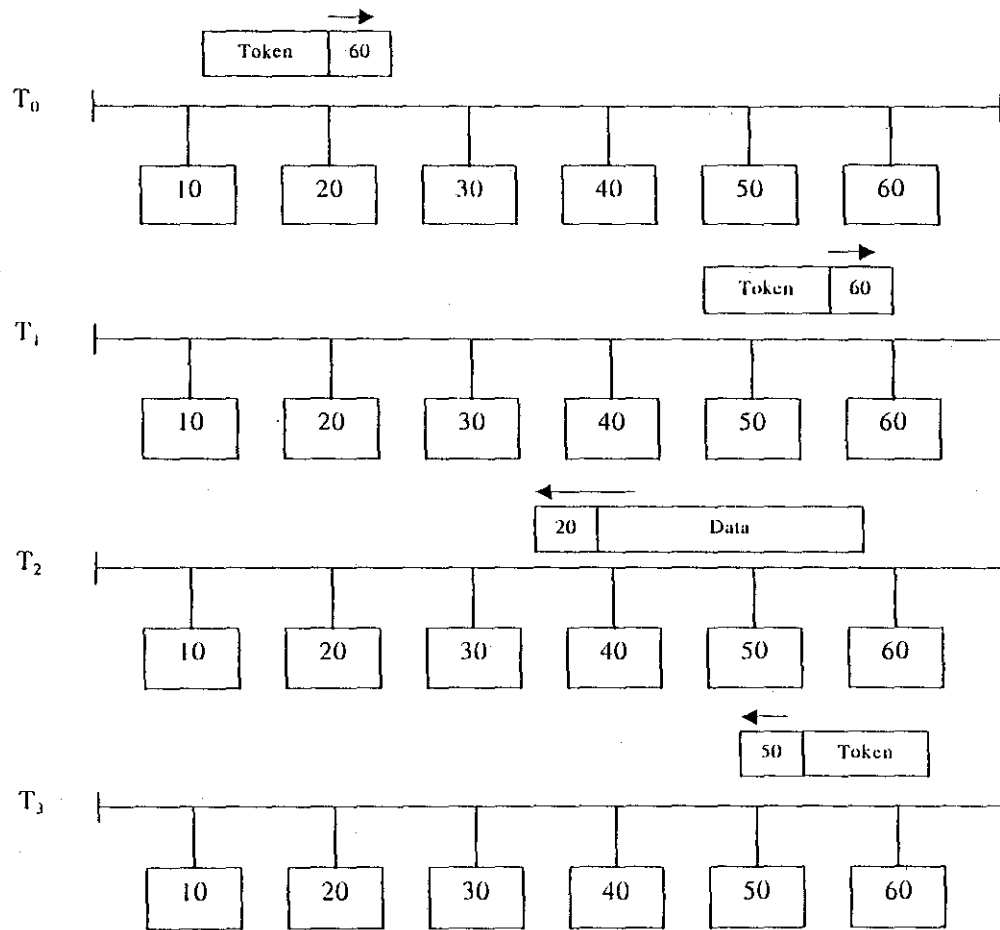
Trong mạng Token Bus, các trạm làm việc tạo nên một vòng logic, các trạm được gán một vị trí logic theo một thứ tự quay vòng xác định, trong đó trạm cuối cùng kế tiếp sau trạm đầu tiên. Đặc biệt, thứ tự logic này của các trạm làm việc trên bus là hoàn toàn độc lập và khác với thứ tự vật lý của chúng. Mỗi trạm làm việc đều biết số thứ tự của trạm trước và trạm kế tiếp nó trong vòng logic.

Một khung điều khiển gọi là token (thẻ bài) quyết định quyền truy nhập của các trạm làm việc. Trạm nào sở hữu thẻ bài thì được gán quyền truy nhập vật tải trong một thời gian xác định. Trạm làm việc có thể phát các gói hoặc hỏi vòng các trạm khác hoặc nhận đáp ứng trả lời. Khi trạm làm việc kết thúc công việc hoặc hết thời gian cho phép thì trạm này chuyển token sang cho trạm kế tiếp trong vòng logic. Lúc đó, đến lượt trạm này có quyền truy nhập. Như vậy, hoạt động thông thường của mạng token bus gồm 2 chu kỳ là truyền số liệu và chuyển token. Trên mạng cho phép tồn tại những trạm không dùng token, những trạm này chỉ được phép trả lời hỏi vòng (polling) hoặc yêu cầu tín hiệu trả lời (acknowledge). Vòng logic được tạo ra và duy trì theo thứ tự giảm dần của địa chỉ trạm (trừ 1 ngoại lệ là trạm có địa chỉ thấp nhất chuyển token cho trạm có địa chỉ cao nhất trong vòng logic).

Hình 1.2 sau mô tả cấu hình của mạng token bus:



Hình 1.2: Cấu hình mạng Token Bus



Hình 1.3: Hoạt động của mạng Token Bus

Hình 1.3 trên mô tả một ví dụ về hoạt động của mạng Token bus. Trong mạng trên tại bất kỳ thời điểm nào các trạm đều ở trạng thái tích cực và sẵn sàng nhận gói nhưng chỉ có một số trạm trong đó thuộc vòng logic cụ thể là các trạm có địa chỉ 10,30,50,60 còn các trạm còn lại chỉ có vai trò thụ động. Thứ tự logic trong vòng là theo chiều giảm dần của địa chỉ MAC, tức là theo thứ tự 60-50-30-10-60, như vậy trạm 60 sẽ chuyển token cho trạm 50, sau đó đến trạm 30.....

Tại thời điểm t_0 , trạm số 10 chuyển token cho trạm 60, do vậy phân địa chỉ đích của token do trạm số 10 phát sẽ là 60. Token sẽ truyền qua tất cả các trạm nhưng tất cả các trạm đó đều bỏ qua token từ trạm 60. Tại thời điểm t_1 trạm 60 nhận được token và được quyền phát số liệu. Giả sử nó phát số liệu cho trạm số 20 tại thời điểm t_2 . Trạm số 20 nhận được số liệu mặc dù nó không thuộc vòng logic, nhưng cũng vì thế nó cũng không có quyền được phát số liệu. Sau khi phát số liệu xong, tại thời điểm t_3 , trạm 60 chuyển token cho trạm kế tiếp trong vòng logic, đó là trạm số 50.

❖ Các đặc điểm kỹ thuật

Cơ cấu truy nhập của Token bus có một số đặc điểm chính như sau:

- Cho phép lưu thông (throughput) tốt (hạn chế hiện tượng tắc nghẽn)
- Phù hợp với lưu lượng số liệu biến đổi trong khoảng rộng (large dynamic range).
- Có khả năng điều khiển quyền truy nhập.
- Cơ cấu thuật toán hoạt động phức tạp (ví dụ các quá trình khởi tạo vòng logic, thêm một trạm vào vòng, bớt một trạm ra khỏi vòng.....)

Chuẩn 802.4 cho lớp vật lý qui định các thông số như kiểu điều chế, cấu hình mạng (topology), băng tần, kiểu vật tải, tốc độ bit, băng tần... cho các loại token bus khác nhau. Có 4 phương thức truyền ở lớp vật lý là: sóng mang pha liên tục (phase continuous carrierband), sóng mang pha kết hợp (phase coherent carrierband), băng rộng (broadband) và sợi quang. Các phương thức truyền này cho phép đạt các tốc độ 1, 5, 10 Mbit/s đến 20 Mbit/s đối với cáp quang.

1.1.3. Token Ring

❖ Cấu trúc mạng và hoạt động

Chuẩn 802.5 áp dụng cho mạng Token Ring. Trong mạng Token Ring, các trạm làm việc bố trí theo vòng tròn (Ring Topology). Các trạm sử dụng một khung nhỏ gọi là token, luân chuyển theo vòng tròn khép kín khi tất cả các trạm đang ở trạng thái nghỉ. Một trạm bất kỳ phải chờ cho đến khi phát hiện ra token đang truyền qua. Lúc đó nó sẽ chiếm token bằng cách thay đổi một bit trong token, làm cho token trở thành một chuỗi mở đầu khung số liệu, sau đó trạm tiếp tục phát các trường còn lại của khung số liệu.

Khi một trạm đang chiếm token và phát số liệu thì trên mạng vòng không có token, do đó các trạm khác bắt buộc phải chờ. Khung chạy trên vòng sẽ lưu chuyển theo một đường tròn và cuối cùng sẽ bị chính trạm phát hủy. Trạm phát sẽ truyền thêm một token mới khi cả 2 điều kiện sau đây được thoả mãn:

1. Trạm đã phát xong gói của nó.
2. Sườn lên của khung phát đã quay về trạm sau khi đã đi trọn một vòng trên mạng.

Nếu thời gian để 1 bit chạy hết 1 vòng trên mạng nhỏ hơn thời gian phát 1 khung thì điều kiện thứ hai tất nhiên được thoả mãn nếu điều kiện thứ nhất thoả mãn. Ngược lại thì trạm phải phát một token tự do trong thời gian sau khi nó đã phát xong gói và trước khi nhận được gói này quay trở về. Điều kiện thứ hai được áp dụng để đảm bảo rằng tại mỗi thời điểm chỉ có một trạm được phát số liệu và chỉ có duy nhất một khung số liệu tồn tại trên vòng. Điều này làm cho

việc phát hiện lỗi trở nên đơn giản hơn.

Khi trạm đã chèn thêm một token mới thì trạm kế tiếp trong vòng mới có khả năng chiếm token và phát số liệu của nó. Hình 1.4 mô tả hoạt động của mạng token ring:

Trong hình vẽ, mạng vòng có 4 trạm A,B,C,D.

- Tại thời điểm (1), A được quyền phát.
- (2), A phát một gói cho C.
- (3), gói đang trên đường truyền.
- (4), C nhận được gói.
- (5), gói quay về A và bị A huỷ, đồng thời A chèn thêm token mới vào vòng. Trạm tiếp theo có quyền phát là D, nhưng D không có nhu cầu phát nên không giữ lại token.
- (6), C giữ lại token và phát 2 gói cho A và D
- (7), A nhận được gói từ C
- (8), D nhận được gói từ C
- (9), C huỷ 2 gói đã phát sau khi chúng đi hết một vòng trên mạng, đồng thời chèn thêm một token mới vào để các trạm khác tiếp tục được quyền truy nhập.

❖ Các đặc điểm kỹ thuật

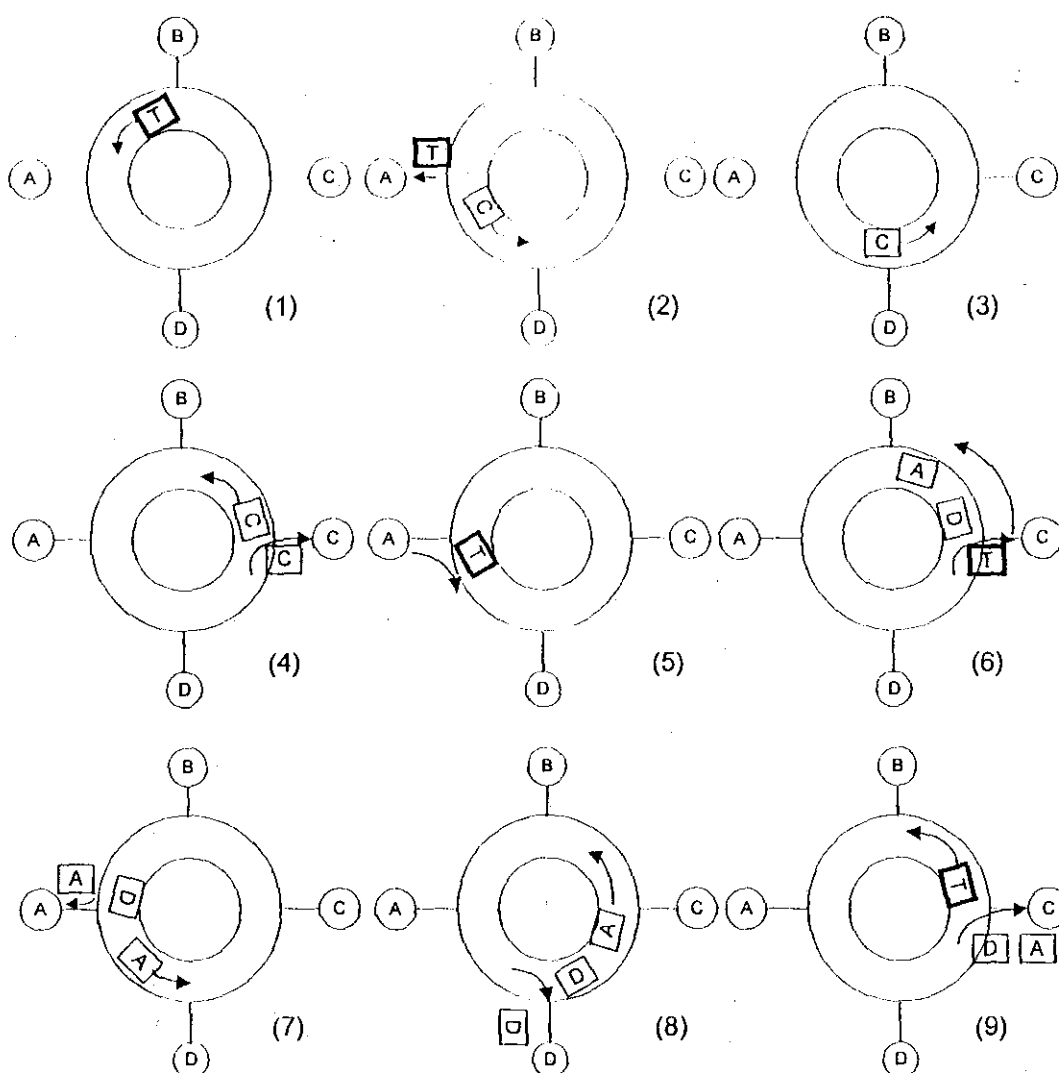
Cơ cấu truy nhập của Token ring có một số đặc điểm chính như sau:

- Cơ cấu hoạt động của mạng Token Ring rất hiệu quả và đảm bảo sự truy nhập công bằng trong trường hợp mạng chịu tải nặng.
- Token Ring cho phép điều khiển quyền truy nhập vào mạng một cách mềm dẻo.

Trong trường hợp mạng chịu tải nhẹ thì cơ cấu token ring lại tỏ ra kém hiệu quả vì mỗi trạm đều phải chờ token đi hết một vòng trước khi được quyền phát tiếp tục.

Một nhược điểm khác nữa của token ring là phải duy trì sự tồn tại của token. Việc tồn tại 2 token tại cùng một thời điểm hoặc mất token đều làm ảnh hưởng đến hoạt động bình thường của mạng.

Chuẩn 802.5 cho lớp vật lý qui định việc sử dụng cáp xoắn có bọc STP cho tốc độ 4 và 16 Mbit/s, cáp xoắn không bọc UTP cho tốc độ 4 Mbit/s.



Hình 1.4: Hoạt động của mạng Token ring

1.2. Thế hệ 2

1.2.1. FDDI

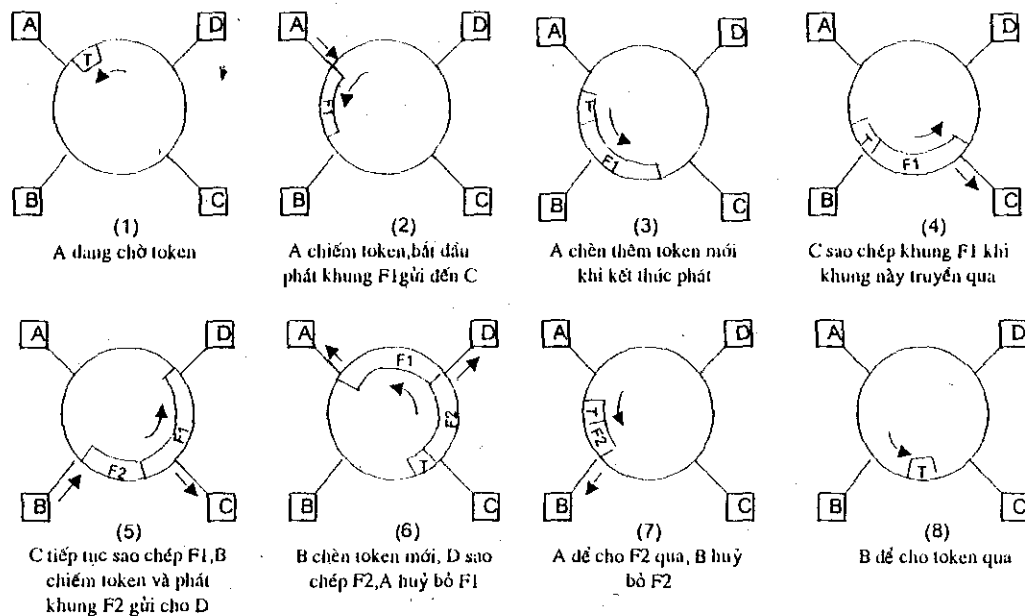
❖ Cấu trúc mạng và hoạt động

Giao thức MAC của FDDI về bản chất tương tự như giao thức của Token ring, trừ một số điểm khác biệt sau :

Trong mạng FDDI, một trạm đang chờ token sẽ chiếm token bằng cách lập tức loại bỏ token ngay khi nhận ra khung của token. Sau khi nhận được xong token, trạm lập tức phát một hay nhiều khung số liệu. Phương pháp thay đổi một bit của token để biến nó thành điểm bắt đầu của khung số liệu là không phù hợp với tốc độ rất cao của FDDI.

Trong mạng FDDI, một trạm sau khi phát các khung số liệu thì lập tức chèn thêm một token mới kế tiếp ngay sau các khung này mà không cần phải chờ đến khi các khung số liệu này quay về như trường hợp của token ring, vì vậy tiết kiệm được thời gian.

Hình 1.5 sau mô tả hoạt động của vòng FDDI



Hình 1.5: Hoạt động của mạng FDDI

Sau khi trạm A chiếm được token, nó phát khung F1 và lập tức chèn thêm token mới. Khung F1 có địa chỉ đến là C, do đó trạm C sẽ sao chép khung này khi nó truyền qua. Cuối cùng, khung quay trở về A và bị A huỷ. Trong khi đó B chiếm token do A phát và phát khung F2 ngay tiếp theo sau. Như vậy, tại cùng một thời điểm, trên mạng có thể tồn tại nhiều khung chạy theo vòng FDDI. Mỗi trạm có nhiệm vụ huỷ bỏ khung của chính nó phát ra dựa trên trường địa chỉ nguồn.

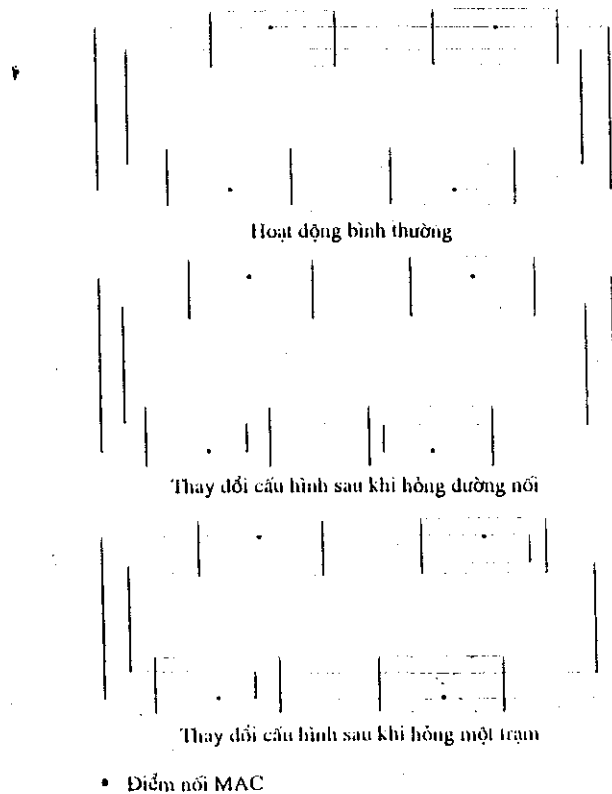
Các khung chứa một trường rất quan trọng là trường trạng thái khung FS (Frame Status). Mỗi trạm đều có khả năng kiểm tra các bit truyền qua để tìm lỗi và chúng sẽ lập trạng thái cho chỉ thị E (set the E indicator) nếu lỗi được tìm thấy. Nếu một trạm tìm thấy địa chỉ của nó thì nó sẽ lập trạng thái cho chỉ thị A, nó cũng có thể sao chép khung và lập trạng thái cho chỉ thị C. Điều này cho phép trạm phát khi huỷ bỏ khung của nó có thể phân biệt được 3 trường hợp sau:

- Trạm không tồn tại hoặc không hoạt động.
- Trạm hoạt động nhưng khung không được sao chép.
- Khung đã được sao chép.

Như vậy khi khung bị loại bỏ, các chỉ thị E,A,C trên trường FS được dùng để xác định kết quả truyền. Nếu lỗi được phát hiện thì các giao thức MAC sẽ không tìm cách phát lại mà sẽ báo kết quả lại cho lớp LLC cao hơn. Sau đó lớp LLC hoặc một giao thức ở lớp cao hơn sẽ chịu trách nhiệm thực hiện sửa lỗi.

❖ Cấu hình của mạng FDDI:

Để nâng cao độ tin cậy của mạng FDDI, người ta áp dụng cấu hình vòng kép (dual ring). Hình 1.6 sau mô tả hoạt động của cấu hình vòng kép. Các trạm trong vòng kép liên kết với các trạm bên cạnh bằng 2 đường nối phát theo 2 hướng ngược nhau tạo thành 2 vòng khép kín. Thông thường thì chỉ có vòng thứ nhất hoạt động, còn vòng thứ 2 nghỉ, khi có lỗi kết nối xảy ra thì các trạm ở 2 phía đường nối bị lỗi sẽ tự động định lại đường đi như trong hình vẽ. Nếu một trạm bị hỏng thì các trạm ở 2 phía sẽ định lại đường để loại bỏ trạm hỏng và các đường nối đến trạm đó ra khỏi vòng. Các trạm trong hình vẽ chỉ có một điểm kết nối MAC, do đó các giao thức MAC chỉ được thực hiện tại vòng thứ nhất, còn vòng thứ hai chỉ lặp lại tín hiệu ở vòng thứ nhất. Có loại trạm khác trong đó tồn tại 2 điểm kết nối MAC và giao thức MAC được thực hiện ở cả hai hướng.



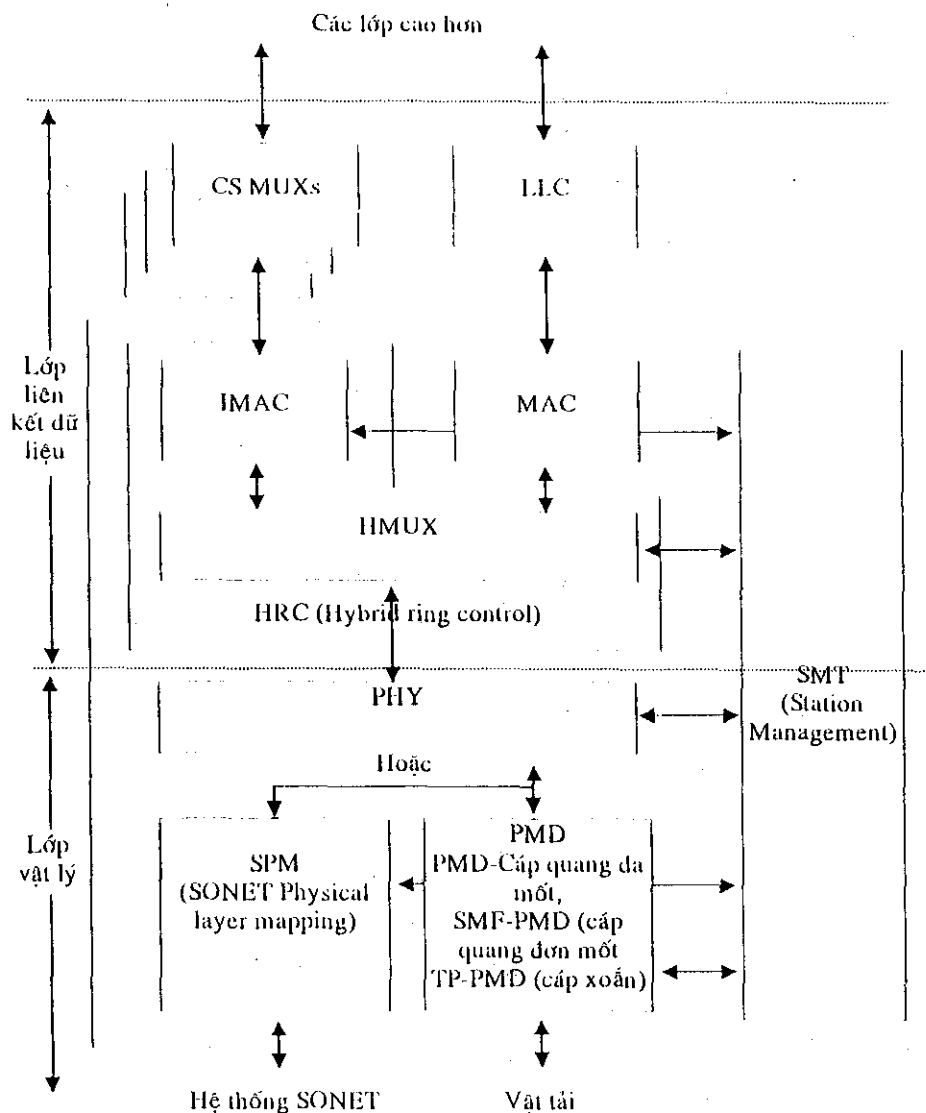
Hình 1.6: Hoạt động của cấu hình vòng kép FDDI

1.2.2. FDDI-II

FDDI-II là một phần mở rộng của FDDI nhằm tạo thêm khả năng hỗ trợ cho chuyển mạch kênh. FDDI cơ sở chỉ hỗ trợ chuyển mạch gói. Do đó FDDI cơ sở không thích hợp để duy trì các cuộc nối liên tục, có tốc độ truyền số liệu không đổi giữa 2 thiết bị để phục vụ các ứng dụng như truyền tiếng nói, hình ảnh, multimedia.

FDDI-II cung cấp các dịch vụ chuyển mạch kênh trong khi vẫn duy trì các dịch vụ chuyển mạch gói điều khiển bằng token như FDDI cơ sở, do vậy nó có khả năng thiết lập và duy trì cuộc nối có tốc độ không đổi giữa 2 thiết bị. Thay vì dùng địa chỉ nơi gửi như trong khung FDDI thông thường, cuộc nối được chuẩn bị nhờ sử dụng các thông điệp dạng gói theo một cơ chế thích hợp. FDDI-II dùng cấu trúc khung 125 μ s. Một cuộc nối chuyển mạch kênh bao gồm các khe thời gian lặp lại đều đặn trong khung. Trong thiết bị FDDI-II, lớp vật lý và phần quản lý trạm hoàn toàn tương tự như FDDI cơ sở. Tại lớp MAC, có thêm 2 thành phần mới được thêm vào là HMUX (Hybrid multiplexer) và IMAC (Isochronous MAC). Modul IMAC cung cấp giao diện giữa FDDI và dịch vụ đẳng thời, đại diện bởi CS-MUX (Circuit-switch multiplexer). Modul HMUX làm nhiệm vụ dồn kênh giữa số liệu dạng gói từ MAC và số liệu đẳng thời từ IMAC. Một mạng FDDI-II có khả năng hoạt động ở cả hai chế độ là chế độ cơ sở và chế độ lai. Trong chế độ cơ sở chỉ tồn tại dịch vụ chuyển mạch gói, còn chế độ lai thì đáp ứng cả dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói. Mạng FDDI-II thông thường khởi động ở chế độ cơ sở để thiết lập các thông số cần thiết, sau đó chuyển sang chế độ lai.

Hình 1.7 mô tả các mô đun trong cấu trúc giao thức của FDDI và FDDI-II.



Hình 1.7: Mô hình giao thức FDDI và FDDI-II

1.3. Thế hệ 3

❖ ATM-LAN

Như phần trước đã đề cập, thế hệ 2 của LAN là FDDI đã cho phép tốc độ truyền số liệu trên mạng lên tới 100 Mbit/s và FDDI-II đã hỗ trợ các dịch vụ truyền số liệu thời gian thực như truyền tiếng nói và tín hiệu video nén. Tuy vậy, công nghệ FDDI chỉ giới hạn ở tốc độ 100 Mbit/s nên người ta đã tiếp tục phát triển các công nghệ mạng tiên tiến hơn nữa để đáp ứng đòi hỏi của nhu cầu phát triển các dịch vụ thông tin. Công nghệ ATM hay còn gọi là công nghệ chuyển mạch tế bào (cell switch) là một trong những công nghệ hứa hẹn nhất, đại diện cho LAN thế hệ 3.

Công nghệ ATM là một công nghệ có khả năng cung cấp dải băng thông

cao, thời gian trễ chuyển mạch và trễ truyền dẫn ngắn, cho phép truyền nhiều kênh cùng lúc.

Công nghệ ATM là cơ sở để triển khai mạng B-ISDN cho phép tổ hợp mạng viễn thông với mạng máy tính trong tương lai. Nhưng hiện tại thì sự phát triển của mạng LAN ứng dụng công nghệ ATM đã làm thúc đẩy sự phát triển của nhiều loại dịch vụ mới như : hội nghị truyền hình, gửi các thông điệp multi-media, đào tạo từ xa, thiết kế dùng máy tính, truy nhập máy tính lớn từ xa.....Đặc biệt, các dịch vụ multi-media chạy theo thời gian thực rất cần phương tiện truyền dẫn tốc độ cao. Ví dụ ứng dụng hội nghị truyền hình cần tốc độ từ 384 Kbit/s đến 1.544 Mbit/s cho một liên kết giữa 2 người sử dụng. Như vậy, một nhóm từ 20 đến 30 người sử dụng trên mạng sẽ cần dải thông từ 10 đến 45 Mbit/s. Thậm chí một số ứng dụng đồ họa chất lượng cao đòi hỏi tới 45 Mbit/s cho 1 người sử dụng. Những đòi hỏi ngày càng gia tăng như vậy chỉ có thể đáp ứng bằng những công nghệ truyền dẫn tốc độ cao như ATM.

Công nghệ ATM cung cấp các tốc độ cơ sở 155 Mbit/s, 622 Mbit/s, 1.244 Gbit/s tương ứng với các mức STS-3c, STS-12c, STS-24c của B-ISDN. Nhưng các tốc độ truyền thấp hơn cũng được chấp nhận trong ATM.

Lan thế hệ 3 - ATM LAN sẽ được đề cập chi tiết trong các chương tiếp theo.

1.4. Tóm tắt

Chương này điểm qua về sự phát triển của các thế hệ LAN. Thế hệ 1 tiêu biểu là Ethernet, Token bus và Token ring, thế hệ 2 là FDDI và thế hệ 3 tiêu biểu là ATM LAN. Cơ cấu truy nhập và các đặc điểm kỹ thuật quan trọng nhất của các loại LAN nói trên được trình bày vắn tắt để độc giả thấy được sự phát triển của các thế hệ LAN.

2. CƠ SỞ HOẠT ĐỘNG CỦA LAN

2.1. LAN và mô hình OSI

Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO (International Standardization Organization) đưa ra mô hình OSI (Open System Interconnection - Mô hình hệ thống mở) nhằm hướng cho các nhà sản xuất tạo ra các sản phẩm mạng viễn thông và mạng máy tính tuân theo mô hình này để có thể dễ dàng hoạt động tương thích với nhau mà không cần các thiết bị giao diện chuyển đổi. Mô hình này gồm 7 lớp :

- Lớp ứng dụng (Application)
- Lớp trình bày (Presentation)
- Lớp phiên (Session)
- Lớp vận chuyển (Transport)
- Lớp mạng (Network)
- Lớp liên kết dữ liệu (Data-link)
- Lớp vật lý (Physical)

Mỗi lớp thực hiện một số chức năng xác định trong việc liên lạc giữa hai hệ thống. Khi các ứng dụng thí dụ như truyền file, thư tín điện tử... yêu cầu trao đổi số liệu với một thiết bị khác thì những yêu cầu này sẽ được gửi xuống lớp dưới kế tiếp và lớp đó sẽ thực hiện những chức năng xử lý xác định, thêm vào những thông tin điều khiển của riêng nó để liên lạc với lớp cùng mức ở hệ thống đầu cuối ở xa. Quá trình cứ tiếp tục như vậy cho đến khi số liệu cần trao đổi được biến đổi thành dạng thích hợp và được phát trên đường truyền dẫn tại lớp vật lý.

Tại hệ thống đầu cuối ở xa, quá trình xảy ra ngược lại, số liệu nhận được trên đường truyền sẽ được đưa từ các lớp dưới lên các lớp trên và tại mỗi lớp này, các thông tin điều khiển riêng của lớp đó sẽ được loại bỏ và xử lý. Giữa các lớp cùng mức ở hai hệ thống tồn tại các giao thức riêng và quá trình xử lý của các lớp dưới là trong suốt đối với các lớp trên, có nghĩa là các lớp trên hoàn toàn không cần quan tâm đến các xử lý cũng như các giao thức tồn tại ở lớp dưới.

Chức năng của các lớp trong mô hình 7 lớp :

❖ Lớp ứng dụng (Application):

Tại lớp này chứa các giao thức và chức năng cho các ứng dụng dành cho người sử dụng. Thí dụ: các giao thức của các dịch vụ truyền file và truy nhập cơ sở dữ liệu, các dịch vụ điều khiển thông điệp cho các ứng dụng thư tín điện tử... Lớp này cũng cung cấp các giao diện lập trình ứng dụng API (Application Programming Interface) để xây dựng các ứng dụng trên mạng.

❖ **Lớp trình bày (Presentation):**

Lớp này quản lý phương thức trình bày của số liệu, các phương thức mã hoá số liệu. Thí dụ quy định các mã ASCII và EBCDIC cho các file văn bản...

❖ **Lớp phiên (Session):**

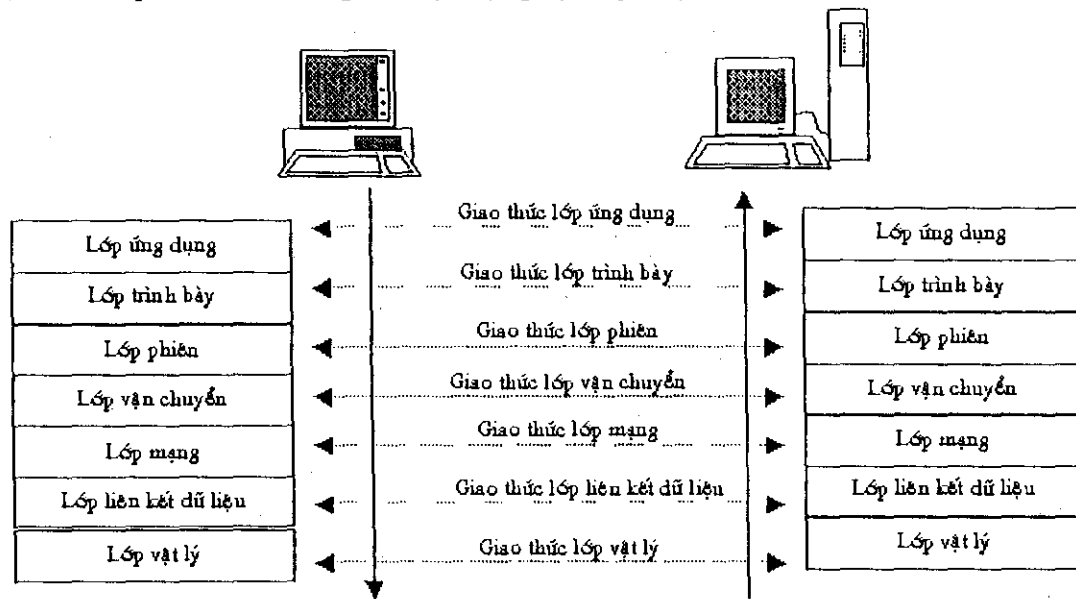
Lớp này có chức năng tạo ra và duy trì các phiên làm việc cho các hệ thống cần thực hiện trao đổi thông tin với nhau.

❖ **Lớp vận chuyển (Transport):**

Lớp này có chức năng điều khiển lỗi và sửa lỗi. Trong nhiều trường hợp, nó có nhiệm vụ thiết lập nên các cuộc nối ảo (hay cuộc nối logic) giữa các thiết bị trên mạng. Một số giao thức như TCP (transmission control protocol) hay SPX (sequence packet exchange) hoạt động ở lớp này.

❖ **Lớp mạng (Network)**

Lớp này quy định các chức năng của mạng như định tuyến và gán địa chỉ. Bằng cơ cấu xác định địa chỉ đồng nhất cho các hệ thống và các mạng con kết nối với nhau, nó cho phép các hệ thống trên các mạng con có thể liên lạc với nhau thành liên mạng (internetwork). Các giao thức như IP (internet protocol) và IPX (internet packet exchange) hoạt động tại lớp này.



Hình 2.1: Mô hình bảy lớp OSI của ISO

❖ **Lớp liên kết dữ liệu (Data - Link)**

Lớp liên kết dữ liệu quy định quy tắc thu và phát thông tin qua đường nối vật lý giữa hai hệ thống, nó thực hiện các chức năng điều khiển luồng và điều khiển lỗi. Lớp này chia thành 2 lớp con là lớp MAC (medium access control) điều khiển phương thức truy nhập vật tải và LLC (logical link control) điều khiển

luồng và điều khiển lỗi.

❖ Lớp vật lý (Physical)

Lớp vật lý qui định các thông số của đường truyền dẫn vật lý, phương thức và phương tiện truyền dẫn, ví dụ cáp đồng trục, cáp xoắn, cáp quang, tia hồng ngoại, sóng vô tuyến....

2.2 Các thiết bị mạng

❖ Máy chủ (Server)

Máy chủ chạy hệ điều hành mạng và cung cấp các dịch vụ mạng cho mỗi người sử dụng tại máy tính cục bộ của họ. Các dịch vụ này bao gồm lưu trữ file, quản lý người dùng, bảo mật, các lệnh mạng, các lệnh quản lý hệ thống....

❖ Trạm làm việc (Workstation)

Khi một máy tính nối với mạng, nó trở thành một nút trên mạng và được gọi là khách hàng (client) hay trạm làm việc (workstation). Các trạm làm việc có thể là các máy tính chạy hệ điều hành DOS, UNIX, OS/2, máy Apple Macintosh, trạm làm việc không ổ đĩa (diskless workstation)..... Trên mỗi trạm làm việc có một hay nhiều người sử dụng (user) làm việc.

❖ Card mạng

Để nối mạng mỗi máy tính cần có một bộ phận gọi là card giao diện (network interface card) gọi tắt là NIC. Mỗi loại card mạng chỉ hỗ trợ cho một loại mạng cụ thể như Ethernet, Token ring, Token Bus, FDDI....

❖ Cáp mạng

Trừ các thiết bị mạng không dây (truyền dẫn bằng hồng ngoại hay sóng vô tuyến), nói chung các thiết bị trên mạng đều liên lạc với nhau thông qua cáp mạng, cáp này được ghép nối với card giao diện mạng tại mỗi máy tính. Cáp mạng chia làm 2 loại chính là cáp đồng và cáp quang. Cáp đồng lại có nhiều loại như cáp đồng trục, cáp xoắn có bọc STP (shielded twisted pair), cáp xoắn không bọc UTP (unshielded twisted pair)... Cáp quang gồm các loại cáp quang đa mode, đơn mode. Mỗi loại cáp có các chỉ tiêu kỹ thuật kèm theo như chiều dài tối đa của đoạn cáp giữa hai nút mạng, kích thước vật lý, trở kháng, suy hao trên một đơn vị chiều dài, các loại giắc nối tương ứng...

❖ Repeater

Repeater là một thiết bị hoạt động ở lớp vật lý, làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu truyền trên cáp mạng để mở rộng kích thước vật lý của mạng. Về mặt logic, repeater đơn thuần chỉ lặp lại tín hiệu ở một cổng và phát lại trên tất cả các cổng còn lại chứ không hề thực hiện một xử lý nào đối với số liệu.

❖ Hub

Thuật ngữ hub dùng để chỉ thiết bị làm điểm kết nối trung tâm của các cáp mạng. Trong thực tế tồn tại nhiều loại hub khác nhau, có loại hub đơn giản chỉ là repeater được dùng trong mạng hình sao, các loại hub phức tạp thực hiện chức năng kết nối các mạng con thuộc các loại khác nhau như Ethernet, FDDI, ATM...và bao hàm cả chức năng quản lý mạng.

❖ Bridge

Bridge là một thiết bị hoạt động ở lớp 2- lớp liên kết dữ liệu. Chức năng của bridge là kết nối 2 mạng có cùng hoặc khác cấu hình, ví dụ kết nối 2 mạng Ethernet hay kết nối mạng Ethernet và Token ring. Bridge chỉ thực hiện việc lọc địa chỉ MAC của các gói số liệu nhận được và dựa vào đó gửi các gói này đến đúng địa chỉ cần gửi.

❖ Switch

Switch là bridge có nhiều cổng (nhiều hơn 2 cổng). Trong thực tế, Switch thường có 8,16... cổng, có thể thuộc các loại công nghệ khác nhau như Ethernet, ATM, FDDI, Fast Ethernet.... Switch được dùng ngày càng rộng rãi trong kỹ thuật mạng máy tính để kết nối các mạng LAN với nhau và kết nối chúng với mạng xương sống tốc độ cao như ATM, FDDI....

❖ Router

Router là thiết bị hoạt động tại lớp 3- lớp mạng. Chức năng của router là kết nối giữa các mạng LAN hoặc giữa mạng LAN và mạng WAN. Router thực hiện các chức năng lọc các gói dữ liệu và định tuyến đường tốt nhất cho các gói trong môi trường liên mạng (chức năng này không có ở bridge).

2.3 Cấu hình mạng

Các cấu hình (topology) chính của mạng gồm có :

- Cấu hình Bus
- Cấu hình sao (Star)
- Cấu hình vòng tròn (Ring)
- Cấu hình cây (Tree)

Ngoài ra, tồn tại các cấu hình tương tự và cấu hình lai của các loại trên như cấu hình bus kép (dual bus), cấu hình vòng kép (dual ring), cấu hình Bus-Star....Hình 2.1 mô tả các cấu hình chính của mạng:

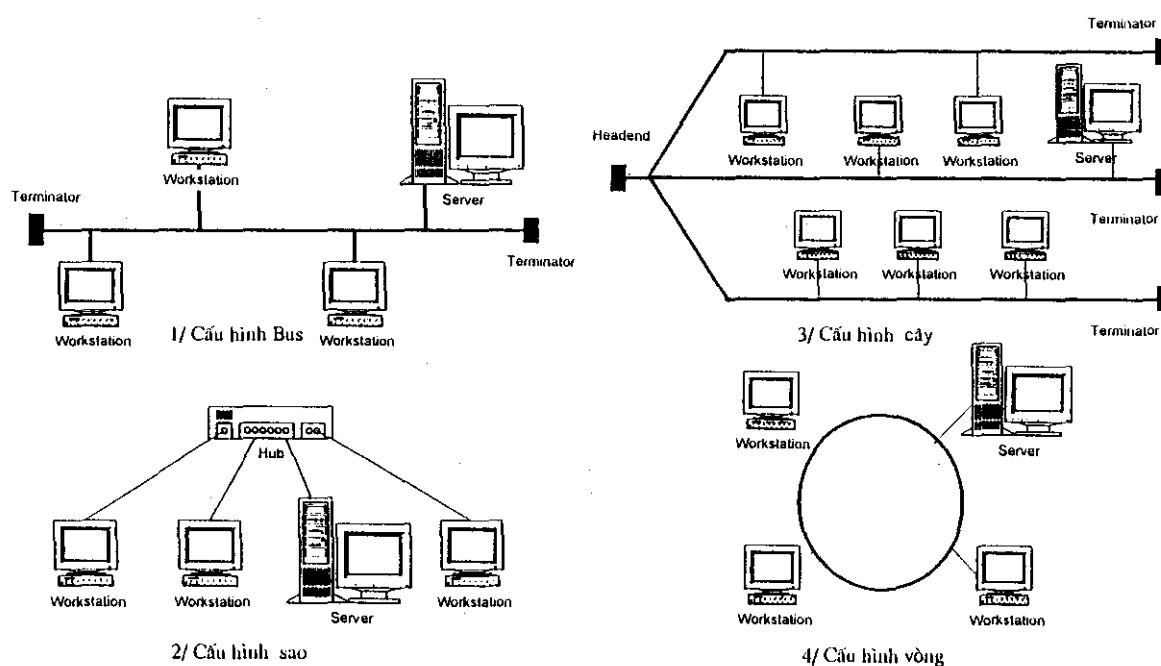
Trong cấu hình bus, một đường cáp duy nhất nối tất cả các máy với nhau. Đoạn cáp này được kết thúc bằng 2 đầu terminator để loại trừ các tín hiệu phản xạ. Nhược điểm của nó là khó phát hiện sự cố của cáp mạng. Cấu hình này thường được dùng trong mạng Ethernet và Token Bus.

Trong cấu hình sao cần có một Hub, Switch hay Repeater làm điểm kết nối

chung của các máy. Ưu điểm của nó là sự cố của một vài máy trong mạng không làm ảnh hưởng đến hoạt động của các máy khác. Cấu hình này rất phổ biến trong mạng Ethernet và ATM LAN.

Trong cấu hình vòng, các máy được nối thành một vòng tròn. Cấu hình này được dùng trong mạng Token ring. Một cấu hình tương tự là cấu hình vòng kép (dual ring) được dùng trong mạng FDDI.

Trong cấu hình cây, nhiều nhánh bus được nối với nhau tại một điểm kết cuối gọi là headend, các đầu còn lại của các nhánh là các terminator. Tương tự như cấu hình bus, cấu hình cây được dùng nhiều trong mạng Ethernet và Token bus.



Hình 2.2: Các cấu hình mạng cơ bản

2.4. Các hệ điều hành mạng thông dụng

2.4.1. Tổng quan

Hệ điều hành mạng (Network operating system- gọi tắt là NOS) là một hệ điều hành có những đặc tính hỗ trợ mạng sau:

❖ Hỗ trợ một số loại card giao diện mạng

Hệ điều hành mạng cung cấp sẵn một số trình điều khiển card mạng (driver) cho một số loại card mạng phổ biến, ngoài ra nó cũng hỗ trợ các trình điều khiển card viết cho hệ điều hành đó.

❖ Hệ thống đặt tên

Hệ điều hành mạng phải cung cấp một hệ thống đặt tên cho phép người sử

dụng có thể nhìn thấy những người sử dụng khác và truy nhập vào tài nguyên của họ ở bất cứ đâu trên mạng mà không cần biết vị trí của chúng. Người sử dụng chỉ cần duyệt qua mạng và chọn trong một danh sách.

❖ Hệ thống an toàn và bảo mật

Hệ điều hành mạng phải cung cấp phương tiện an toàn và bảo mật (thí dụ bằng các mật khẩu) để hạn chế không cho những người sử dụng không được phép truy nhập vào một số tài nguyên mạng nhất định và thay đổi các thông số quan trọng của mạng. Ngoài ra nó cũng có cơ cấu hạn chế người sử dụng chỉ được phép truy nhập vào mạng trong những khoảng thời gian nhất định cho phép.

❖ Các dịch vụ file và thư mục

Trong mạng, người sử dụng truy nhập vào các chương trình trên máy server và đặt những file của họ lên máy server dùng chung này. Vì vậy việc truy nhập vào các thư mục phải được quản lý để ngăn chặn những người dùng không được phép xem và sửa các file đó.

❖ Theo dõi hoạt động của mạng

Hệ điều hành mạng cung cấp các công cụ để giám sát và theo dõi hoạt động của mạng như xem danh sách người sử dụng, theo dõi các tài nguyên mạng đang được chia sẻ (share) và những người sử dụng đang truy nhập vào tài nguyên đó, giám sát lưu lượng số liệu đang lưu thông trên mạng, tình trạng hoạt động của máy chủ.....

Có hai kiểu hệ điều hành mạng cơ bản là kiểu điểm nối điểm và kiểu chủ-khách :

Kiểu điểm nối điểm (peer to peer) : là hệ điều hành cho phép mỗi người sử dụng chia sẻ tài nguyên trên máy của họ và truy nhập vào tài nguyên đã được chia sẻ trên máy của người khác, ví dụ các ổ đĩa cứng, máy in..... Tất cả các máy trên mạng là ngang hàng với nhau, mỗi máy vừa là Server, vừa là Client. Thí dụ về kiểu hệ điều hành này là Windows for workgroup, Novell Lite...

Kiểu Server/Client (còn gọi là dedicated-server) : là hệ điều hành trong đó có một hoặc nhiều máy được dành riêng làm Dedicated-Server (máy chủ tận hiến) và các máy còn lại đóng vai trò client. Các Server này chỉ làm nhiệm vụ cung cấp các tài nguyên mạng cho các client mà không làm một nhiệm vụ nào khác. Các máy client chỉ dùng các tài nguyên được chia sẻ trên Server và không thể chia sẻ cũng như sử dụng các tài nguyên của các client khác. Điển hình cho kiểu hệ điều hành này là Novell Netware.

2.4.2. Các hệ điều hành mạng thông dụng

❖ Novell Netware

Là hệ điều hành mạng được hãng Novell phát triển vài năm sau khi máy tính IBM-PC ra đời. Hệ điều hành này đã qua nhiều phiên bản viết cho các loại máy tính 286, 386... Hiện nay, các phiên bản Novell Netware 3.11, 4.0, 4.01 đang được sử dụng rộng rãi.

Novell Netware là hệ điều hành kiểu server/client, dựa trên giao thức SPX/IPX cho phép kết nối liên mạng. Nó có cơ cấu bảo mật và chống lỗi rất tốt, hỗ trợ nhiều thiết bị mạng chuyên dụng như Super server, router, bridge.... cho phép kết nối nhiều loại máy tính khác nhau chạy các hệ điều hành khác nhau, thích hợp với tất cả các mạng cỡ nhỏ, vừa và lớn.

❖ Windows for Workgroup

Là hệ điều hành mạng được hãng Microsoft phát triển với các phiên bản Windows for workgroup 3.0, 3.1, 3.11. Hệ điều hành Windows 95 cũng được tích hợp các tính năng mạng của Windows for workgroup và bổ sung nhiều tính năng mới, hỗ trợ nhiều giao thức khác nhau.

Windows for workgroup là hệ điều hành kiểu điểm nối điểm, dựa trên giao thức NetBeui - một giao thức không có khả năng kết nối liên mạng của Microsoft. Tuy nhiên nó có thể hỗ trợ các giao thức khác như TCP/IP, NWLink SPX/IPX tương thích với SPX/IPX của Novell.... Do kiểu cấu hình điểm nối điểm nên cơ cấu bảo mật không đảm bảo, hơn nữa nó chỉ cung cấp một số ít các dịch vụ mạng cơ bản. Vì vậy nó chỉ thích hợp với mạng nhỏ của các nhóm làm việc (workgroup).

❖ Windows NT

Là hệ điều hành mạng được hãng Microsoft phát triển với các phiên bản Windows NT 3.1, 3.51, 4.0, 5.0 Server và Workstation.

Windows NT là hệ điều hành theo kiểu điểm nối điểm nhưng lại dùng cơ cấu bảo mật tập trung theo cơ chế server/client, do đó khắc phục được nhiều nhược điểm của Windows for workgroup và vẫn giữ nguyên ưu điểm của hệ điều hành kiểu điểm nối điểm là không cần dùng dedicated- server. Mạng Windows NT tổ chức thành các khu vực - domain. Mỗi domain có một máy quản lý khu vực gọi là PDC (primary domain controller), ngoài ra có thể thêm một máy dự phòng gọi là BDC (backup domain controller), các server và workstation. Cũng như Novell Netware, nó cung cấp cơ cấu bảo mật và chống lỗi rất tốt, hỗ trợ nhiều thiết bị mạng chuyên dụng như Super server, router, bridge.... cho phép kết nối nhiều loại máy tính khác nhau chạy các hệ điều hành khác nhau, thích hợp với tất cả các mạng cỡ nhỏ, vừa và lớn.

❖ UNIX

Là một hệ điều hành đã được nhiều hãng và các cơ quan nghiên cứu phát triển từ lâu.

UNIX là một hệ điều hành kiểu điểm nối điểm; đa nhiệm và đa người sử dụng (multitasking, multiuser) sử dụng giao thức TCP/IP cho phép kết nối liên mạng. Đặc điểm của UNIX là coi tất cả các thiết bị như bàn phím, chuột, màn hình, ổ đĩa như các file trong một hệ thống quản lý file thống nhất. Các chương trình, tiện ích, ứng dụng đang chạy được gọi là các quá trình xử lý (process) có các đầu ra và đầu vào. Các đầu ra và đầu vào này có thể là thiết bị như bàn phím, màn hình hay các file. Người sử dụng có thể tùy ý đổi hướng các đầu ra và đầu vào, ví dụ có thể cho hiện các ký tự gõ từ một bàn phím lên nhiều màn hình ở nhiều vị trí khác nhau trên mạng. Một đặc điểm quan trọng khác của UNIX là cho phép thay đổi hệ điều hành bằng cách lập trình và dịch bằng chương trình dịch có sẵn kèm theo hệ điều hành. UNIX thường được dùng trong các máy tính lớn và các hệ thống đa xử lý, thích hợp với các mạng cỡ lớn như mạng Internet. Nhược điểm của UNIX là khó sử dụng và tồn tại nhiều loại UNIX không tương thích với nhau như System 5, Linux, HP UNIX, SCO UNIX....ngoài ra nhiều thiết bị tin học không có các trình điều khiển thiết bị để chạy trên hệ điều hành này.

2.5. Tóm tắt

Chương này trình bày các vấn đề cơ bản nhất của LAN như cấu trúc giao thức của LAN trong mô hình 7 lớp OSI, thiết bị mạng, cấu hình mạng, hệ điều hành mạng. LAN được xây dựng từ các thiết bị như server, workstation, hub, switch, bridge, router.... theo các cấu hình bus, sao, cây, vòng... Mỗi loại thiết bị đó có những chức năng và đặc điểm riêng. Phần cuối chương giới thiệu một số hệ điều hành mạng thông dụng như Novell Netware, Windows NT, Windows for workgroup, UNIX và phân tích một số đặc điểm quan trọng và phạm vi ứng dụng của chúng.

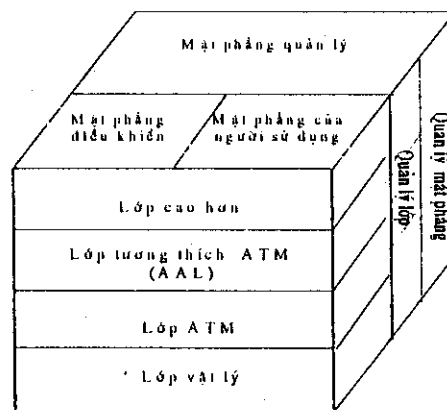
3. TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ ATM.

3.1. Kiến trúc giao thức của ATM.

Các chuẩn của ATM do ITU-T công bố dựa trên mô hình cấu trúc giao thức mô tả trong Hình 3.1. Lớp vật lý bao gồm những định nghĩa liên quan đến vật tải và cơ cấu mã hoá tín hiệu. Lớp vật lý qui định các tốc độ 155 Mbit/s và 622 Mbit/s. Các tốc độ cao hơn và thấp hơn đều được cho phép.

Trong mô hình có hai lớp liên quan đến các chức năng của ATM. Đó là lớp ATM chung cho tất cả các dịch vụ và lớp AAL (ATM adaption layer — lớp tương thích ATM) phụ thuộc vào loại dịch vụ.

- Lớp ATM qui định cách thức truyền số liệu với tế bào có độ dài không đổi và cách thức sử dụng các cuộc nối logic.
- Lớp AAL hỗ trợ các giao thức truyền số liệu không dựa trên cơ sở ATM. Nó ánh xạ thông tin của các lớp cao hơn vào các tế bào ATM để truyền đi trên mạng ATM và thu gom thông tin từ các tế bào ATM để chuyển cho các lớp cao hơn.



Hình 3.1: Mô hình giao thức của ATM

Mô hình giao thức liên quan đến 3 mặt phẳng riêng biệt sau:

- ♦ Mặt phẳng người sử dụng: cung cấp cho người sử dụng các thông tin ứng dụng và các thông tin điều khiển liên kết như điều khiển luồng, điều khiển lỗi.
- ♦ Mặt phẳng điều khiển: thực hiện điều khiển cuộc gọi và các chức năng điều khiển cuộc nối.

Mặt phẳng quản lý: bao gồm 2 chức năng là quản lý mặt phẳng và quản lý lớp. Quản lý mặt phẳng thực hiện các chức năng liên quan tới toàn bộ hệ thống và phối hợp làm việc giữa các lớp khác nhau. Chức năng quản lý lớp, được phân

chia thành các lớp khác nhau nhằm thực hiện các chức năng quản lý liên quan tới các tài nguyên và thông số nằm ở thực thể giao thức.

3.2. Kênh ảo và đường ảo

3.2.1. Một số khái niệm có liên quan tới kênh ảo và đường ảo

Lớp ATM bao gồm 2 mức:

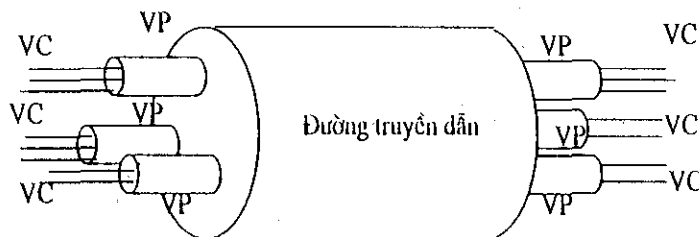
- *Mức kênh ảo (Virtual channel level) :*

Là mức có chức năng truyền đơn hướng các tế bào ATM tương ứng với một giá trị nhận dạng chung duy nhất VCI (Virtual Channel Identifier)

- *Mức đường ảo (Virtual path level):*

Là mức có chức năng truyền đơn hướng các tế bào ATM thuộc về nhiều kênh ảo khác nhau nhưng lại có chung một giá trị nhận dạng đường ảo VPI (Virtual Path Identifier)

Trong một đường truyền dẫn có thể bao gồm vài đường ảo VP, trong mỗi VP có thể có một vài kênh ảo VC. Mỗi VP và VC trong đường truyền dẫn đều có một giá trị VPI và VCI riêng, số các VP và VC phụ thuộc vào độ dài của VPI và VCI trong tiêu đề của tế bào ATM. Hình 3.2 thể hiện mối quan hệ giữa VP, VC và đường truyền dẫn.



Hình 3.2: Mối quan hệ giữa đường ảo, kênh ảo và đường truyền dẫn.

❖ Đường ảo VP (Virtual Path) và kênh ảo VC (Virtual Channel)

VP là khái niệm dùng để chỉ việc truyền đơn hướng các tế bào ATM có cùng một giá trị nhận dạng đường ảo VPI.

Trong đường truyền dẫn có thể có một số đường ảo. Số VP này phụ thuộc vào số bit của VPI trong phần tiêu đề của tế bào ATM.

VC là khái niệm dùng để chỉ việc truyền đơn hướng các tế bào ATM tương ứng với một giá trị nhận dạng kênh ảo chung duy nhất VCI.

Nhiều kênh ảo có thể được hợp lại thành một đường ảo. Số kênh ảo phụ thuộc vào số bit của VCI trong tiêu đề tế bào ATM.

❖ Liên kết kênh ảo (VC link) và liên kết đường ảo (VP link)

Theo ITU-T, “*liên kết kênh ảo* là sự truyền đơn hướng các tế bào ATM giữa điểm mà tại đó các giá trị VCI được gán vào tế bào và điểm mà các giá trị đó bị thay đổi hoặc bị xoá”. “*Liên kết đường ảo* là liên kết giữa hai điểm mà tại đó giá trị VPI được gán, thay đổi hoặc xoá”.

❖ Cuộc nối kênh ảo VCC (Virtual Channel Connection) và cuộc nối đường ảo VPC (Virtual Path Connection)**Cuộc nối kênh ảo:**

Cuộc nối kênh ảo VCC là tập hợp của một số liên kết kênh ảo. Theo định nghĩa của ITU-T: “VCC là sự móc nối của các liên kết kênh ảo giữa 2 điểm truy nhập vào *lớp tương thích ATM*”.

Thực chất VCC là một đường nối logic giữa 2 điểm dùng để truyền các tế bào ATM. Thông qua VCC, thứ tự truyền các tế bào ATM sẽ được bảo toàn. Có 4 phương pháp được sử dụng để thiết lập một cuộc nối kênh ảo tại giao diện giữa người sử dụng và mạng:

1. Việc thiết lập và giải phóng đối với các cuộc nối được thực hiện thông qua các kênh giành sẵn mà không cần các thủ tục báo hiệu. Phương pháp này, được áp dụng cho các cuộc nối cố định (permanent) và bán cố định (semi-permanent).
2. Qua các thủ tục báo hiệu trao đổi (meta-signalling procedure): phương pháp này sử dụng kênh báo hiệu trao đổi ảo để thiết lập hoặc giải phóng các kênh báo hiệu ảo thông thường.
3. Qua thủ tục báo hiệu giữa người sử dụng và mạng :các VCC báo hiệu được sử dụng để thiết lập hoặc giải phóng các cuộc nối kênh ảo từ đầu cuối tới đầu cuối.
4. Qua thủ tục báo hiệu từ người sử dụng tới người sử dụng: Nếu một VPC đã tồn tại giữa các giao diện UNI (User- Network Interface) của hai người sử dụng thì một VCC nào đó trong VPC này có thể được thiết lập hoặc giải phóng thông qua VCC báo hiệu giữa hai người sử dụng này.

Cuộc nối đường ảo

Cuộc nối đường ảo VPC là sự móc nối của một số liên kết đường ảo. VPC là sự kết hợp logic của các VCC. Trong một VPC, mỗi liên kết kênh ảo đều có một số hiệu VCI riêng, tuy vậy những VC thuộc về các VP khác nhau có thể có các số VCI giống nhau. Mỗi VC được nhận dạng (duy nhất) thông qua tổ hợp 2 giá trị VPI và VCI. Có hai phương pháp được sử dụng để thiết lập cuộc nối đường ảo:

1. Thiết lập VPC không cần đến các thủ tục báo hiệu: việc thiết lập hoặc giải phóng một VPC được thực hiện qua các kênh dành sẵn (trên cơ sở của thuê bao).
2. Thiết lập VPC được điều khiển bởi người sử dụng hoặc mạng: Các giá trị VPI được cung cấp bởi thiết bị của người sử dụng hoặc các điểm cung cấp dịch vụ trong mạng. Lúc này cần phải sử dụng các thủ tục của mặt phẳng quản lý mạng.

❖ Các ứng dụng của các cuộc nối kênh ảo, đường ảo

Các VPC và VCC được sử dụng giữa:

- Người sử dụng và người sử dụng.
- Người sử dụng và mạng.
- Mạng và mạng.

Các tế bào tương ứng với một VPC và VCC riêng sẽ được truyền qua mạng trên cùng một tuyến.

Các VCC giữa người sử dụng và người sử dụng được dùng để mang thông tin của người sử dụng và thông tin báo hiệu giữa 2 đầu cuối. VCC giữa người sử dụng và mạng có thể được dùng để truy nhập tới các chức năng nằm ở nút chuyển mạch địa phương có liên quan tới cuộc nối (như báo hiệu tại giao diện UNI). VCC giữa các nút mạng được dùng để mang các thông tin về quản lý lưu lượng mạng, định tuyến và báo hiệu tại giao diện NNI.

VPC liên kết giữa những người sử dụng cung cấp cho họ các “ống truyền dẫn”, tổ chức của các VC sẽ phụ thuộc vào ống này. Những VPC giữa người sử dụng và mạng được sử dụng để kết hợp các luồng thông tin từ người sử dụng tới các phần tử của mạng như chuyển mạch địa phương. VPC giữa mạng và mạng được sử dụng để tổ chức luồng thông tin của người sử dụng theo các sơ đồ định tuyến có sẵn, cho việc chuyển mạch các tuyến hay cho thông tin quản lý mạng.

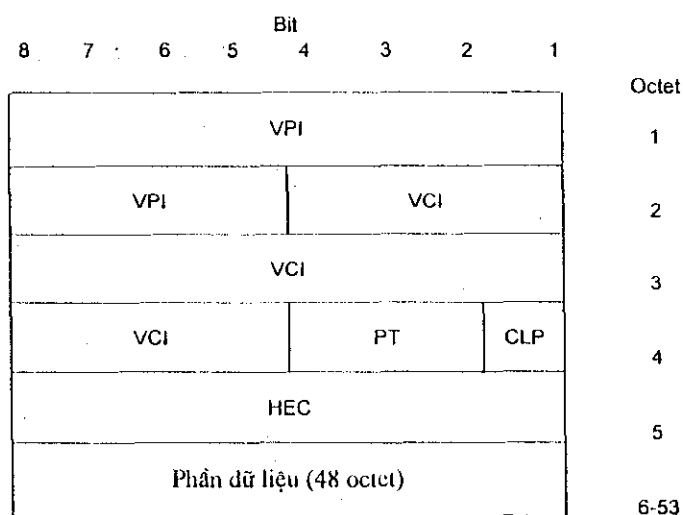
3.3. Cấu trúc tế bào ATM

Như đã biết, đặc điểm của ATM là hướng liên kết. Do đó khác với mạng chuyển mạch gói, địa chỉ nguồn và đích, số thứ tự gói (để sắp xếp lại thứ tự các gói) là không cần thiết trong ATM. Hơn nữa, do chất lượng của đường truyền rất tốt nên các cơ chế chống lỗi trên cơ sở từ liên kết tới liên kết cũng được bỏ qua. Ngoài ra ATM cũng không cung cấp các cơ chế điều khiển luồng giữa các nút mạng do cơ cấu điều khiển cuộc gọi của nó. Vì vậy chức năng cơ bản còn lại của phần tiêu đề trong tế bào ATM là nhận dạng cuộc nối ảo.

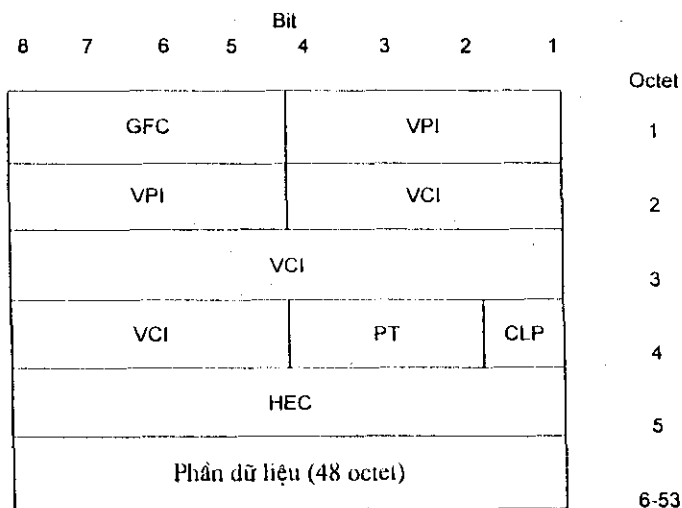
Phần tiêu đề của tế bào ATM có 2 dạng: một dạng là các tế bào được truyền trên giao diện giữa người sử dụng và mạng UNI, dạng còn lại là các tế bào được truyền giữa các nút chuyển mạch (giữa NNI). Hình 3.3 và Hình 3.4 thể hiện cấu trúc ATM ở giao diện NNI và UNI.

❖ **Số hiệu nhận dạng kênh ảo VCI và đường ảo VPI**

Do kênh truyền ATM có thể truyền với tốc độ từ vài kbit/s tới vài trăm Mbit/s tại một thời điểm nào đó, do đó VCI được dùng để nhận dạng các kênh được truyền đồng thời trên đường truyền dẫn. Thông thường trên một đường truyền có hàng ngàn kênh như vậy, vì thế VCI có độ dài 16 bit (tương ứng với 65535 kênh).



Hình 3.3: Cấu trúc tế bào ATM tại giao diện NNI



Hình 3.4: Cấu trúc tế bào ATM tại giao diện UNI.

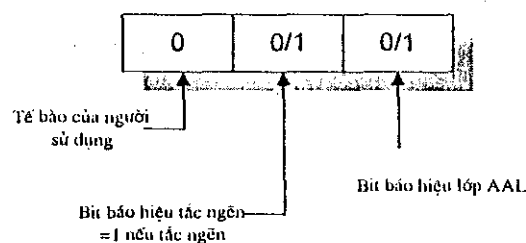
Do mạng ATM có đặc điểm hướng liên kết nên mỗi cuộc nối được gán một số hiệu nhận dạng VCI tại thời điểm thiết lập. Mỗi giá trị VCI chỉ có ý nghĩa tại

từng liên kết từ nút tới nút của mạng. Khi cuộc nối kết thức VCI còn có ưu điểm trong việc sử dụng trong các cuộc nối đa dịch vụ. Thí dụ trong dịch vụ điện thoại truyền hình, âm thanh và hình ảnh sẽ được truyền trên 2 kênh có VCI riêng biệt, do đó ta có thể bổ sung hoặc huỷ bỏ một dịch vụ trong khi đang thực hiện một dịch vụ khác.

VPI được sử dụng để thiết lập cuộc nối đường ảo cho một số các cuộc nối kênh ảo VCC. VPI cho phép đơn giản hoá các thủ tục chọn tuyến cũng như quản lý, nó có độ dài 8 bit hoặc 12 bit tùy thuộc tế bào ATM đang được truyền qua giao diện UNI hay NNI.

Tổ hợp của VCI và VPI tạo thành một giá trị duy nhất cho mỗi cuộc nối. Tùy thuộc vào vị trí đối với 2 điểm cuối của cuộc nối mà nút chuyển mạch ATM sẽ định đường dựa trên giá trị của VPI và VCI hay chỉ dựa trên giá trị VPI. Tuy vậy cần lưu ý rằng VCI và VPI chỉ có ý nghĩa trên từng chặng liên kết của cuộc nối. Chúng được sử dụng để việc chọn đường trên các chặng này được dễ dàng hơn. Do số VPI và VCI quá nhỏ nên chúng không thể được sử dụng như một số hiệu nhận dạng toàn cục vì khả năng xảy ra 2 cuộc nối sử dụng ngẫu nhiên cùng một số VPI và VCI là rất cao. Để khắc phục, người ta cho VCI và VPI là duy nhất trên mỗi đoạn liên kết (link). Trên từng đoạn liên kết này, 2 nút chuyển mạch sử dụng VPI và CPI như số hiệu nhận dạng cho mỗi cuộc nối trên đoạn đó. Khi đã qua nút chuyển mạch, VPI và VCI nhận các giá trị mới phù hợp với đoạn tiếp theo.

❖ Kiểu tế bào (Payload Type - PT)



Hình 3.5: Cấu trúc trường PT trong tế bào mang thông tin của người sử dụng

PT là một trường gồm 3 bit có nhiệm vụ phân biệt các kiểu tế bào khác nhau như: tế bào mang thông tin của người sử dụng, tế bào mang các thông tin về giám sát, vận hành, bảo dưỡng (Operation- Administration- Maintenance, OAM). Nếu bit đầu của PT có giá trị thì đây là tế bào của người sử dụng. Trong loại tế bào này, bit số 2 báo hiệu tắc nghẽn trong mạng và bit 3 có chức năng báo hiệu cho lớp tương thích ATM AAL. Nếu bit đầu của PT có giá trị bằng 1 thì

đây là tế bào mang các thông tin quản lý mạng. Hình 3.5 và Bảng trình bày cấu trúc trường PT.

Bảng 3.1: Cấu trúc trường PT trong tế bào mang thông tin OAM

Dạng bit	Chức năng
100	Tế bào OAM lớp F5 liên quan tới liên kết (OAM F5 segment associated)
101	Tế bào OAM lớp F5 liên quan tới đầu cuối (OAM F5 and- to-and associated)
110	Tế bào quản lý tài nguyên
111	Dành sẵn cho các chức năng sau này

Ngoài ra còn có 2 kiểu tế bào đặc biệt là tế bào không xác định (unassigned cell) và tế bào trống (idle cell). Tế bào không xác định và tế bào trống đều có đặc điểm chung là chúng không mang thông tin của người sử dụng. Tuy vậy tế bào trống chỉ tồn tại ở mức vật lý còn tế bào không xác định tồn tại cả ở mức ATM lẫn mức vật lý. Tế bào không xác định được gửi khi không có thông tin hữu ích dành sẵn trên đầu phát.

❖ CLP (Cell Loss Priority)

CLP là trường dùng để phân loại các cuộc nối khác nhau theo mức độ ưu tiên khi các tài nguyên trong mạng không còn là tối ưu nữa. Thí dụ trong trường hợp quá tải, chỉ có các cuộc nối có mức ưu tiên thấp là bị mất thông tin. Có 2 loại ưu tiên khác nhau là ưu tiên về mặt nội dung và ưu tiên về mặt thời gian. Trong chế độ ưu tiên về mặt thời gian, vài tế bào có thể có độ trễ trong mạng dài hơn các tế bào khác. Trong chế độ ưu tiên về mặt nội dung, các tế bào có độ ưu tiên cao hơn sẽ có xác suất mất gói ít hơn.

Các mức ưu tiên có thể được ấn định trên cơ sở cuộc nối (qua mỗi VCI hoặc VPI) hoặc trên cơ sở mỗi tế bào. Trong trường hợp thứ nhất, tất cả các tế bào thuộc về một kênh ảo hoặc đường ảo sẽ có một mức ưu tiên xác định. Trong trường hợp thứ 2, mỗi tế bào thuộc về một kênh ảo hoặc đường ảo sẽ có các mức ưu tiên khác nhau.

❖ HEC (Header Error Control)

Trường điều khiển lỗi tiêu đề HEC chứa mã dư vòng CRC (Cyclic Redundancy Check). Mã này tính toán cho 5 byte tiêu đề. Do phần tiêu đề bị thay đổi theo từng chặng nên CRC cần được kiểm tra và tính toán lại với mỗi chặng. Đa thức sinh được dùng ở đây là đa thức: x^8+x^2+x+1 . Đa thức này có thể

sửa toàn bộ các lỗi đơn và phát hiện ra phần lớn các lỗi nhóm.

❖ GFC (Generic Flow Control).

Tại giao diện giữa người sử dụng và mạng UNI, phần tiêu đề có vài khác biệt so với giao diện NNI. Sự khác nhau căn bản nhất là trường VPI bị rút ngắn lại còn 12 bit (so với 16 bit ở giao diện NNI), thay vào chỗ 4 bit của VPI là trường điều khiển luồng chung GFC.

Chức năng của GFC được nêu ra trong khuyến nghị I.150 của ITU-T. Cơ chế của GFC cho phép điều khiển luồng các cuộc nối ATM ở giao diện UNI. Nó được sử dụng để làm giảm tình trạng quá tải trong thời gian ngắn có thể xảy ra trong mạng của người sử dụng. Cơ chế GFC dùng cho cả các cuộc nối từ điểm tới điểm và từ điểm tới nhiều điểm.

Khi kết hợp mạng ATM với các mạng khác như DQDB (Distributed Queue Dual Bus), SMDS (Switched Multi-megabit Data Service), GFC đưa ra 4 bit nhằm báo hiệu cho các mạng này làm thế nào để hợp kênh các tế bào của các cuộc nối khác nhau. Mỗi mạng đều có một thủ tục truy nhập riêng, do đó hầu như mỗi mạng đều phải có một logic điều khiển tương ứng để chuyển GFC thành dạng các thủ tục truy nhập của riêng nó. Do đó trong trường hợp này, GFC thực chất là một bộ các giá trị chuẩn để định nghĩa mức độ ưu tiên của ATM đối với các quy luật truy nhập vào các mạng khác nhau.

Việc buộc phải sử dụng trường điều khiển luồng chung GFC là một nhược điểm cơ bản của ATM, đó là tạo ra sự khác nhau giữa các tế bào tại giao diện UNI và NNI, vì vậy các thủ tục của ATM không phải là thủ tục đồng nhất. Trong mạng sử dụng các thủ tục đồng nhất, các thiết bị viễn thông có thể được lắp đặt vào bất kỳ một nơi nào trong mạng. Trong khi đó trong ATM, ta phải chú ý xem thiết bị được lắp đặt có thích hợp với giao diện đã cho hay không.

3.4. Lớp tương thích ATM (AAL)

Lớp AAL có nhiệm vụ tạo ra sự tương thích giữa các dịch vụ được cung cấp bởi lớp ATM với các lớp cao hơn. Thông qua lớp AAL, các đơn vị số liệu thủ tục PDU (Protocol Data Unit) ở các lớp cao hơn được chia nhỏ và đưa vào trường dữ liệu của tế bào ATM. AAL được chia nhỏ thành 2 lớp con là lớp con thiết lập và tháo tế bào SAR (Segmentation And Reassembly) và lớp con hội tụ CS (Convergence Sublayer).

Chức năng chính của SAR là chia các PDU của lớp cao hơn thành các phần tương ứng với 48 byte của trường dữ liệu trong tế bào ATM tại đầu phát. Tại đầu thu, SAR lấy thông tin trong trường dữ liệu của tế bào ATM để khôi phục lại các PDU hoàn chỉnh.

Lớp con CS phụ thuộc loại dịch vụ. Nó cung cấp các dịch vụ của lớp AAL cho các lớp cao hơn thông qua điểm truy nhập dịch vụ SAP (Service Access Point).

Để giảm thiểu các thủ tục của lớp AAL, ITU-T chia AAL thành 4 nhóm khác nhau tùy thuộc vào đặc điểm dịch vụ của chúng. Sự phân nhóm các lớp AAL này chủ yếu dựa trên 3 tham số là: mối quan hệ về mặt thời gian, tốc độ bit và dạng truyền (hay kiểu liên kết).

Bảng 3.2 trình bày sự phân loại này.

Bảng 3.2: Bảng phân loại các nhóm AAL.

	Nhóm A	Nhóm B	NhómC	Nhóm D
Mối quan hệ thời gian giữa nguồn và đích	Có yêu cầu		Không yêu cầu	
Tốc độ truyền	Không đổi	Thay đổi		
Kiểu liên kết	Hướng liên kết			Không liên kết
Kiểu AAL	Kiểu 1	Kiểu 2	Kiểu3,4,kiểu5	Kiểu 3,4

Nhóm A (mô phỏng chuyển mạch kênh): Phục vụ các dịch vụ yêu cầu thời gian thực, tốc độ truyền không đổi, kiểu truyền hướng liên kết. Các dịch vụ thuộc về loại này thường là tiếng nói và tín hiệu video có tốc độ không đổi.

Nhóm B: Là các dịch vụ thời gian thực, tốc độ truyền thay đổi, kiểu truyền hướng liên kết. Các dịch vụ của nó thường là tín hiệu audio và video có tốc độ thay đổi.

Nhóm C: Là các dịch vụ không yêu cầu thời gian thực, tốc độ truyền thay đổi, phương pháp truyền hướng liên kết và báo hiệu.

Nhóm D: Bao gồm các dịch vụ không yêu cầu thời gian thực, tốc độ thay đổi, kiểu truyền không liên kết. Được sử dụng cho các dịch vụ truyền số liệu không liên kết.

Trong các kiểu AAL thì AAL kiểu 5 có liên quan nhiều nhất đến ATM LAN, do đó tiếp theo đây sẽ chỉ tập trung trình bày về kiểu này.

AAL kiểu 5 phục vụ cho các dịch vụ có tốc độ thay đổi, không theo thời gian thực. Cũng giống như AAL3/4, AAL5 được sử dụng chủ yếu cho các nhu

câu về truyền số liệu. Tuy vậy, ITU-T đưa ra kiểu 5 nhằm mục đích:

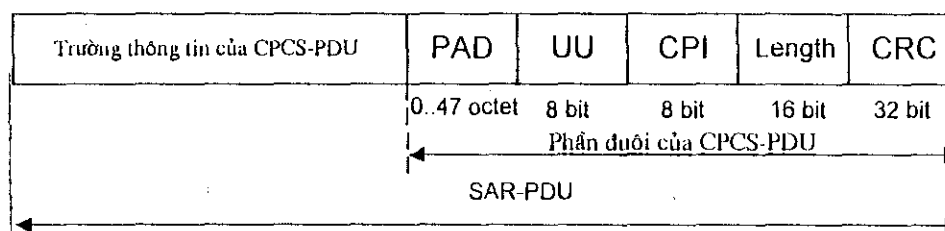
- Giảm độ dài phần thông tin điều khiển thủ tục.
- Giảm phần tiếp đầu thu phát.
- Đảm bảo khả năng thích ứng với các giao thức truyền hiện tại.

❖ Lớp con SAR

Lớp con SAR chấp nhận các SDU có độ dài là một số nguyên lần của 48 octet được gửi xuống từ CPCS, Nó sẽ không bổ sung thêm các trường thông tin điều khiển (như phần tiêu đề và phần đuôi) vào các SDU vừa nhận được. SAR chỉ thực hiện chức năng phân tách (segmentation) ở đầu phát và tạo lại gói ở đầu thu. Để nhận biết được điểm bắt đầu và kết thúc của SAR-PDU, AAL5 sử dụng trường AUU. AUU nằm trong trường PT (PayloadType- xem 3.4.2) ở tiêu đề của tế bào ATM. Giá trị AUU=1 chỉ ra điểm kết thúc, trong khi AUU=0 chỉ ra điểm bắt đầu hoặc tiếp tục của SAR-SDU.

❖ Lớp con CS

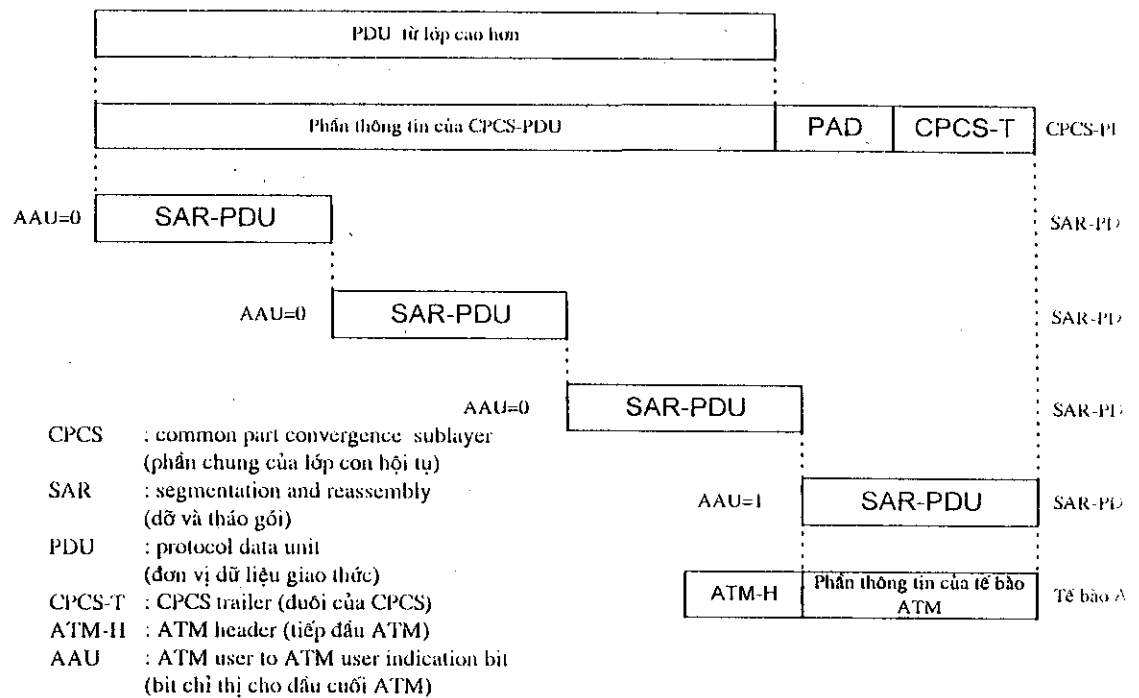
Hình 3.6 mô tả cấu trúc trường của CPCS - PDU của AAL 5



Hình 3.6: Cấu trúc CPCS-PDU của AAL kiểu 5.

- Phần CPCS (common part convergence sublayer) cung cấp chức năng truyền các khung số liệu của người sử dụng với độ dài bất kỳ từ 1 octet tới 65535 octet.
- Thêm vào đó, trong CPCS-PDU còn có trường UU dài 1 octet (CPCS User-to-user indication) dài một octet mang thông tin CPCS của người sử dụng.
- Trường CPI (common part indicator) dài 1 octet
- Trường độ dài Length chỉ ra độ dài của phần dữ liệu trong CPCS-PDU. (2 octet)

Mã CRC dài 32 bit (4 octet) được sử dụng để chống lỗi. Hình mô tả thí dụ về hoạt động của AAL 5:



Hình 3.7: Hoạt động của AAL5

3.5. Tóm tắt.

Chương này nêu một số khái niệm cơ sở của công nghệ ATM như mô hình giao thức của ATM, kênh ảo, đường ảo, cấu trúc các trường trong tế bào ATM. Chương này cũng trình bày chức năng và hoạt động của lớp tương thích ATM (AAL), đặc biệt là AAL kiểu 5 (được ứng dụng trong ATM LAN).

4. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ATM VÀO LAN

4.1. ATM LAN

4.1.1. Kiến trúc của ATM-LAN

Như phần trên đã đề cập, người ta coi LAN phát triển qua 3 thế hệ:

Thế hệ 1: tiêu biểu là Ethernet LAN và Token Ring phục vụ cho các cấu trúc Client-Server với tốc độ thấp

Thế hệ 2: tiêu biểu là FDDI ra đời để đáp ứng cho nhu cầu tạo ra các mạng xương sống tốc độ cao và phục vụ các trạm làm việc lớn

Thế hệ 3: tiêu biểu là ATM-LAN ra đời để đảm bảo cho việc truyền số liệu thời gian thực cần cho các ứng dụng multimedia

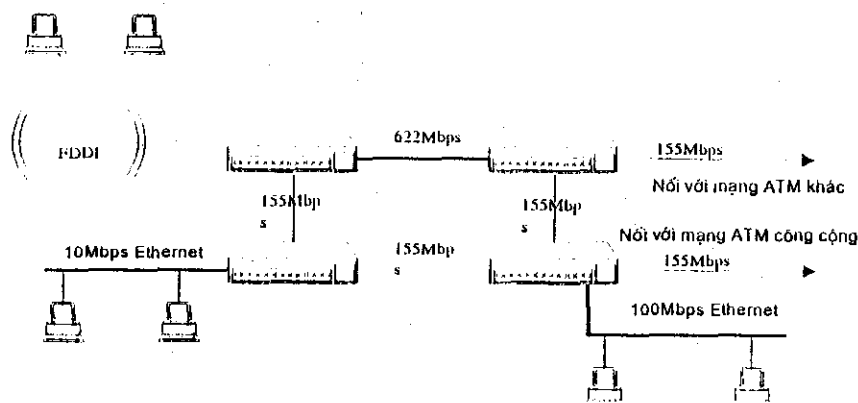
Các yêu cầu điển hình đặt ra với LAN thế hệ 3 là:

- Hỗ trợ nhiều loại dịch vụ từ những dịch vụ đòi hỏi tốc độ cao như video hình ảnh động cho đến ứng dụng chậm như truyền file
- Đảm bảo sự lưu thông vô hướng tạo khả năng tăng không những dung lượng trên một máy chủ mà cả dung lượng tổng cộng để có thể xây dựng một tổ hợp gồm vài cho đến vài trăm máy chủ có chức năng mạnh
- Làm đơn giản việc kết nối giữa LAN và WAN

ATM là công nghệ lý tưởng đáp ứng được các yêu cầu này. Sử dụng kênh ảo và đường ảo tạo khả năng hỗ trợ nhiều loại dịch vụ khác nhau gồm cả loại liên kết cố định và liên kết theo yêu cầu. ATM hỗ trợ sự lưu thông vô hướng bằng cách bổ sung thêm các nút chuyển mạch ATM và tăng tốc độ truyền số liệu của các thiết bị được kết nối vào cùng với sự phát triển của việc truyền số liệu qua mạng WAN trên cơ sở tế bào, ATM cho phép kết hợp LAN và WAN không cần trạm chuyển đổi. Các loại ATM-LAN:

- Cổng cho ATM-WAN: một ATM-SWITCH hoạt động như 1 router và bộ tập trung (concentrator) để nối các thành phần mạng phức tạp với ATM-WAN
- Mạng xương sống ATM (ATM backbone): gồm một hay nhiều ATM switch kết nối các LAN khác
- Mạng nhóm làm việc ATM: gồm các trạm làm việc multimedia cao cấp và các hệ thống khác nối trực tiếp với ATM switch

Trong thực tế tồn tại các loại mạng ATM hỗn hợp là tổ hợp của các loại mạng cơ bản nêu trên. Hình 4.1 dưới đây mô tả một ví dụ về mạng xương sống ATM có kết nối với thế giới bên ngoài.

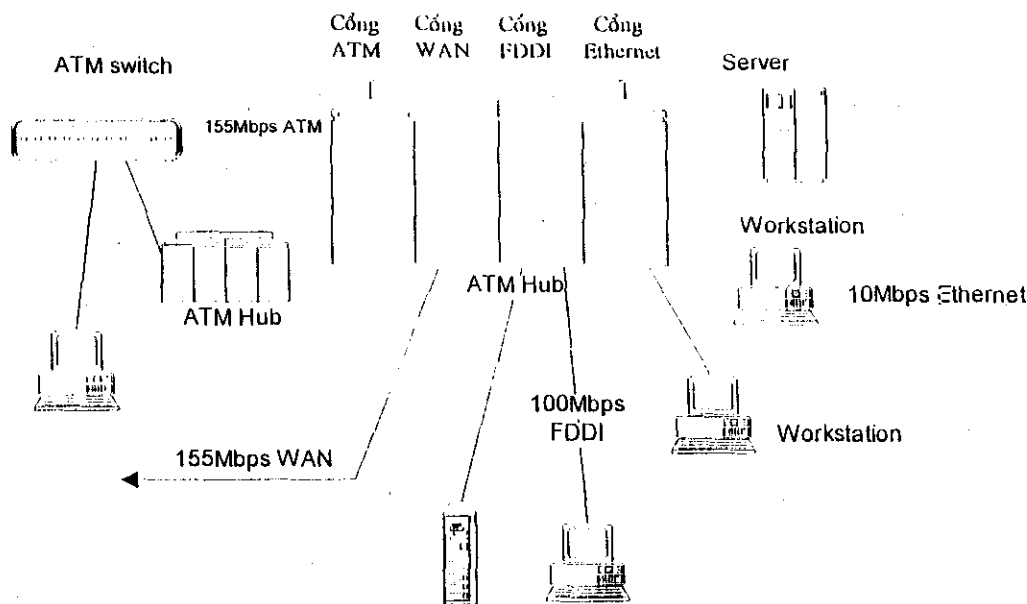


Hình 4.1: Mạng xương sống ATM

Trong ví dụ này, mạng cục bộ ATM bao gồm 4 chuyển mạch ATM nối với nhau qua đường nối điểm-điểm có tốc độ ATM chuẩn hoá là 155Mbps và 622Mbps. Ngoài ra còn có 3 LAN khác, mỗi mạng nối trực tiếp với 1 trong số các ATM switch. Mỗi đường nối giữa ATM switch và LAN hoạt động với tốc độ của LAN đó. Ví dụ đường nối với mạng FDDI có tốc độ 100Mbps, đường nối với LAN Ethernet thường là 10Mbps, với Fast Ethernet là 100Mbps. Do vậy ATM switch phải có chức năng đệm và chuyển đổi tốc độ giữa ATM và các loại LAN khác nhau đồng thời phải thực hiện chuyển đổi từ giao thức MAC dùng trong LAN sang dòng tế bào trong mạng ATM. Như vậy các ATM switch nối với LAN đã thực hiện chức năng của bridge hay router.

Cấu hình LAN như trên cho phép bổ sung mạng xương sống cao tốc vào LAN có sẵn. Khi nhu cầu xử lý tăng lên, có thể dễ dàng tăng dung lượng của mạng xương sống bằng cách bổ sung thêm các switch, tăng mức độ lưu thông trên mỗi switch và tăng tốc độ các đường trực nối giữa các switch với nhau. Theo phương hướng này, có thể tăng dung lượng của mỗi LAN và số lượng mạng LAN. Tuy nhiên, các hệ thống đầu cuối như trạm làm việc và Server.. vẫn phải nối với vật tải thông thường của LAN và do đó vẫn bị hạn chế bởi tốc độ truyền số liệu tối đa của chúng.

Một cấu hình khác ưu việt hơn là ứng dụng công nghệ ATM trong hub. Hình 4.2 mô tả cấu hình này:



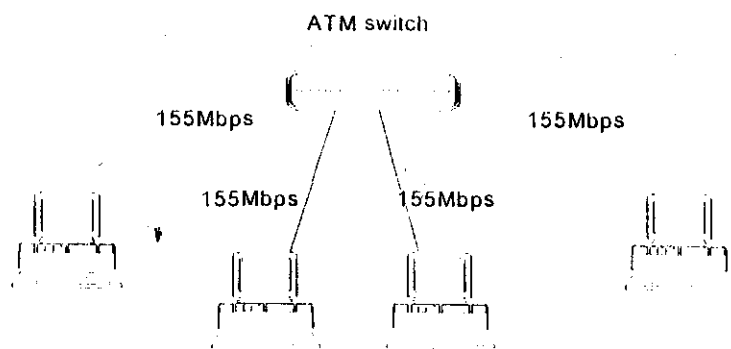
Hình 4.2: Mạng có sử dụng ATM - LAN Hub

Mỗi ATM hub bao gồm 1 số cổng hoạt động tại các tốc độ truyền số liệu khác nhau và sử dụng các thủ tục truyền khác nhau. Các hub như vậy gồm nhiều các mô đun lắp chung trên cùng một khung. Mỗi mô đun đó chỉ giao tiếp với một LAN xác định ví dụ FDDI hay Ethernet. Một thiết bị điển hình như vậy là DEC Hub 900 của hãng Digital. Thiết bị này có các mô đun đi kèm tùy chọn như VNswitch 900 EF dùng cho giao diện Ethernet và FDDI, VNswitch 900 EA dùng cho giao diện Ethernet và ATM....Các mô đun này được lắp chung vào cùng một Hub, cho phép kết nối nhiều mạng thuộc các loại khác nhau.

Hai cấu hình nêu trên có ưu điểm là cho phép tiếp tục duy trì các thiết bị LAN trong khi công nghệ ATM được đưa vào áp dụng. Nhưng điều bất lợi là phải thực hiện chuyển đổi giữa các giao thức khác nhau.

Một cấu hình đơn giản hơn là mạng ATM thuần túy, trong đó mỗi thiết bị đầu cuối đều có khả năng truyền ATM. Hình 4.34.3 dưới đây mô tả cấu hình này.

Trong trường hợp này, mỗi hệ thống đầu cuối đều nối trực tiếp với ATM switch bằng đường truyền có tốc độ chuẩn của ATM là 155Mbps.



Hình 4.3: Mạng ATM thuần túy với các đầu cuối ATM

❖ Cấu trúc giao thức và ứng dụng

Khi thực hiện kết nối giữa ATM LAN và các LAN khác sẽ nảy sinh ra vấn đề là các hệ thống nối với LAN thông thường áp dụng lớp MAC tương ứng của loại LAN đó trong khi hệ thống nối với ATM LAN lại áp dụng lớp ATM và AAL. Do đó cần xem xét 3 sự tương thích:

- ◆ Sự tương tác giữa thiết bị đầu cuối trong mạng ATM và thiết bị đầu cuối trong LAN thường.
- ◆ Sự tương tác giữa thiết bị đầu cuối trong LAN thường với thiết bị đầu cuối trong LAN khác cùng loại. (Ví dụ 2 mạng Ethernet theo chuẩn IEEE 802.3)
- ◆ Sự tương tác giữa thiết bị đầu cuối trong LAN thường với thiết bị đầu cuối trong LAN khác khác loại. (Ví dụ mạng Ethernet theo chuẩn IEEE 802.3 và mạng Token Ring theo chuẩn IEEE 802.5)

Để giải quyết các vấn đề tương thích này, người ta sử dụng router. Thiết bị này hoạt động ở mức IP (Internet Protocol). Tất cả các thiết bị đầu cuối cũng áp dụng IP và các LAN khác nhau được kết nối bằng các router. Nếu số liệu truyền quá phạm vi của một LAN thì nó sẽ được dẫn thẳng đến router. Tại đó, các lớp MAC và LLC được loại bỏ, và IP PDU sẽ được dẫn qua một hay nhiều mạng để đến mạng đích. Khi đó chúng sẽ được gắn thêm các thành phần của các lớp MAC và LLC tương ứng. Tương tự, nếu thiết bị đầu cuối được nối với mạng ATM thì các lớp ATM và AAL sẽ được loại bỏ hay thêm vào IP PDU. Phương pháp này đòi hỏi chi phí thời gian để xử lý các tiếp đầu cộng thêm thời gian trễ ở các router. Với số lượng mạng kết nối rất lớn thì lượng trễ này sẽ đáng kể.

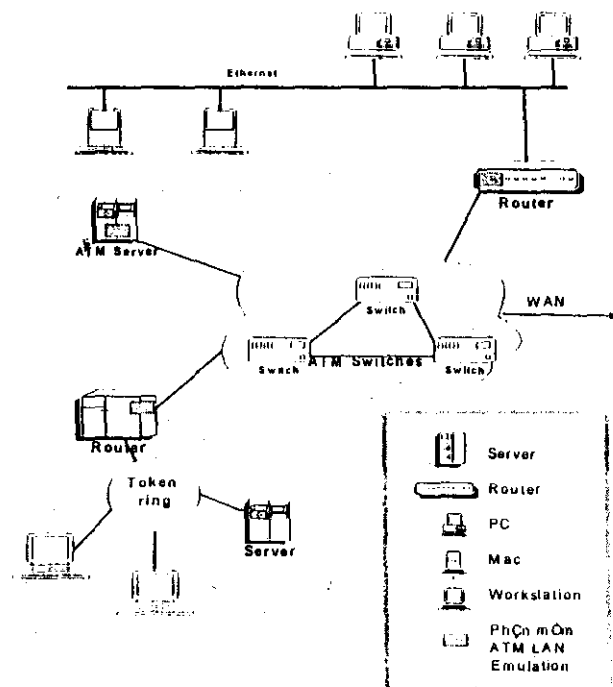
Một phương pháp khác là thay đổi tất cả các thiết bị đầu cuối để hoạt động trực tiếp với ATM. Trong trường hợp này tất cả các LAN và WAN có thể kết nối trực tiếp không cần qua các trạm trung gian. Tuy nhiên cấu hình này đòi hỏi vốn

đầu tư rất lớn để đổi mới thiết bị.

Diễn đàn ATM (ATM Forum) đưa ra khái niệm về ATM LAN Emulation (ATM LAN mô phỏng). Mục đích của ATM LAN mô phỏng là cho phép các nút LAN nối với nhau qua mạng ATM và tương tác với thiết bị nối trực tiếp với ATM switch. Cụ thể, ATM LAN mô phỏng quy định:

- Cách thức để các thiết bị đầu cuối trong 2 LAN tách rời cùng 1 kiểu (nghĩa là cùng kiểu gói MAC) có thể trao đổi các gói MAC (MAC khung) qua mạng ATM.
- Cách thức để các hệ thống trong LAN tương tác với hệ thống mô phỏng cùng loại LAN và nối trực tiếp vào ATM switch

Như vậy ATM LAN mô phỏng đã thỏa mãn 2 trong số 3 vấn đề tương thích nêu trên. Hình 4.4 dưới đây mô tả ứng dụng của ATM LAN mô phỏng:

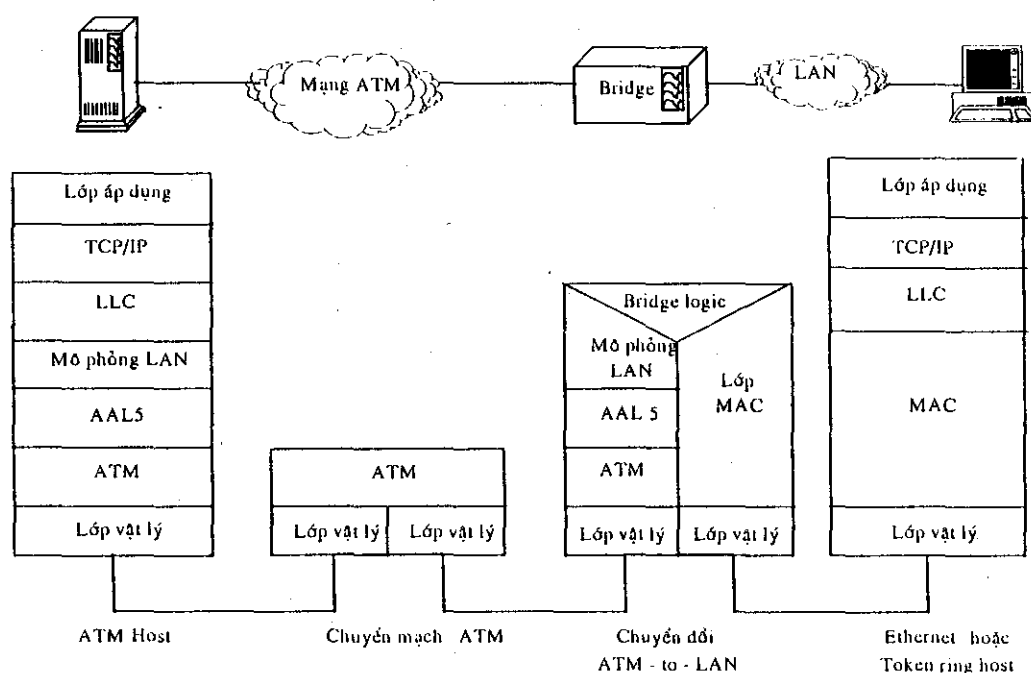


Hình 4.4: Kiến trúc mạng ứng dụng ATM LAN mô phỏng

Hình 4.4.4 thể hiện kiến trúc mạng ATM LAN mô phỏng. Trong hình vẽ mô tả mối tương tác giữa hệ thống kết nối ATM với thiết bị đầu cuối kết nối vào LAN hiện hữu. Trong đó thiết bị đầu cuối kết nối vào LAN hiện hữu không bị ảnh hưởng, nó vẫn dùng các giao thức MAC và LLC như bình thường. Do vậy các thiết bị đầu cuối đều có thể chạy TCP/IP ở phía trên LLC và các giao thức mức ứng dụng khác nhau lại chạy phía trên nền giao thức TCP/IP. Các giao thức mức ứng dụng này sẽ không cần quan tâm đến sự tồn tại của ATM LAN ở phía

dưới.

Có thể nối 2 LAN sử dụng cùng một giao thức MAC bằng một Bridge. Mỗi hệ thống đầu cuối có một địa chỉ MAC duy nhất và mỗi LAN có một khoảng địa chỉ MAC xác định. Nếu có một khung MAC truyền trên một LAN được đánh địa chỉ tới một LAN khác, Bridge sẽ lấy khung MAC từ LAN đầu tiên và truyền nó tới LAN thứ 2. Quá trình xử lý này là trong suốt đối với các thiết bị đầu cuối. Hình mô tả cấu trúc kết nối LAN thông thường và ATM LAN bằng một Bridge cùng với cấu trúc giao thức ATM LAN mô phỏng. (Mô đun mô phỏng LAN thường được viết tắt là *LANE* - LAN Emulation).



Hình 4.5: Kiến trúc giao thức của mô phỏng ATM LAN

Trong hình vẽ, Bridge logic phải có thêm khả năng chuyển đổi khung MAC thành tế bào ATM và từ tế bào ATM thành khung MAC. Đây là một trong những chức năng chính của Module mô phỏng LAN. Lớp AAL 5 được dùng để phân đoạn khung MAC thành tế bào ATM và tái tạo lại tế bào thành khung MAC. Đối với tế bào ATM, bộ chuyển đổi ATM - To - LAN kết nối tới chuyển mạch ATM thông thường như là một phần của mạng ATM.

Hình cho thấy Host trên LAN hiện hữu đang trao đổi dữ liệu với host gắn vào mạng ATM. Để thực hiện việc này Host ATM phải bao hàm Module mô phỏng LAN chấp nhận khung MAC từ AAL và chuyển nội dung trên lớp LLC. Do đó host thực tế đã mô phỏng LAN vì nó có thể nhận và truyền khung MAC cùng một dạng như của LAN thông thường. Như vậy HOST ATM chỉ là thiết bị

đầu cuối khác có địa chỉ MAC. Toàn bộ xử lý của mô phỏng LAN là trong suốt đối với hệ thống đang tồn tại ứng dụng LLC và MAC.

Với kiến trúc giao thức được mô tả trên đây, có thể thiết lập nhiều LAN mô phỏng độc lập với nhau. Hiện nay LAN mô phỏng mới chỉ cung cấp giao thức MAC cho hai kiểu: IEEE 802.3 (Ethernet) và IEEE 802.5 (Token Ring):

LAN mô phỏng là một tổ hợp gồm các thành phần như sau:

- ♦ Các thiết bị đầu cuối trên một hoặc nhiều LAN hiện hữu
- ♦ Các thiết bị đầu cuối gắn trực tiếp vào chuyển mạch ATM

Mỗi thiết bị đầu cuối trên LAN mô phỏng đều có một địa chỉ MAC duy nhất. Dữ liệu trao đổi giữa các thiết bị đầu cuối trên cùng LAN mô phỏng liên quan đến giao thức MAC và nó trong suốt đối với lớp cao hơn. Như vậy đối với lớp LLC, các thiết bị đầu cuối trên các LAN mô phỏng là trên cùng một môi trường truyền dẫn chia sẻ (shared-medium) của LAN. Giao tiếp giữa các thiết bị đầu cuối trên các LAN mô phỏng khác nhau chỉ được thực hiện thông qua ROUTER và BRIDGE. Trong đó ROUTER hoặc BRIDGE phải có khả năng chuyển đổi các tế bào ATM thành gói tin và chia các gói tin thành các tế bào để gửi chúng tới LAN mô phỏng khác.

❖ *Client và Server trong mô phỏng LAN*

Diễn đàn ATM (ATM FORUM) đã đưa ra mô hình CLIENT-SERVER trong mô phỏng LAN để giải quyết các vấn đề sau:

1. Thiết bị gắn trực tiếp tới chuyển mạch ATM và hệ thống chuyển đổi ATM - to - LAN sử dụng địa chỉ ATM. Như vậy cần chuyển đổi địa chỉ ATM sang địa chỉ MAC.

2. ATM sử dụng giao thức hướng liên kết liên quan tới đường ảo và kênh ảo. Vậy cần phải chuyển đổi từ giao thức ATM hướng liên kết sang giao thức MAC hướng không liên kết của LAN.

3. Trên LAN dùng chung phương tiện truyền dẫn (shared-medium) thì dễ dàng thực hiện đa phân phát và quảng bá (multicasting and broadcasting). Vậy cần phải đưa khả năng này vào môi trường ATM.

ATM LAN mô phỏng yêu cầu 2 thành phần: khách - chủ (Client và Server). Client hoạt động ở nửa thiết bị gắn vào LAN hiện hữu, và sử dụng địa chỉ MAC. Client có nhiệm vụ thêm một phần tử MAC vào cấu hình tổng thể và chuyển đổi giữa địa chỉ MAC và địa chỉ ATM. Client nằm trong Router, Server ATM, hoặc Edge Switch. Server có nhiệm vụ việc tích hợp các phần tử MAC vào cấu hình tổng thể và quản lý mọi công việc có liên quan, như tìm kiếm địa chỉ, mô phỏng quá trình quảng bá. Server có thể được cài đặt trong các thành phần riêng biệt

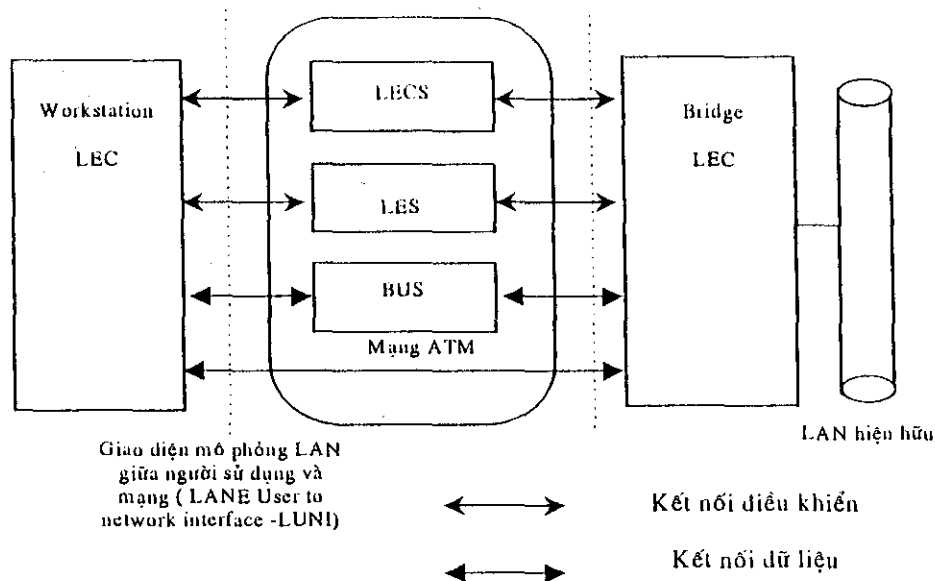
hoặc trong chuyển mạch ATM. Mỗi LAN mô phỏng gồm có một hoặc nhiều Client và một dịch vụ mô phỏng LAN.

Dịch vụ mô phỏng LAN trong thực tế bao gồm 3 kiểu của Server thực hiện các nhiệm vụ riêng biệt: LECS (LAN Emulation Configuration Server), LES (Lan Emulation Server), BUS (Broadcast and Unknown Server). Lý do để phân chia Server thành 3 Module là giúp người điều hành có thể có nhiều Server cùng một loại hơn một loại Server khác để cho việc điều hành có hiệu quả, và có thể quyết định phân phối các Server để tối thiểu hóa gánh nặng truyền thông. Bảng 4.1 dưới đây định nghĩa cho các loại Server và Client.

Bảng 4.1: Định nghĩa các Server và Client

Thành phần	Mô tả
LAN Emulation Client (LEC)	Thiết lập cuộc nối điều khiển tới LES, thiết lập đầu nối dữ liệu tới các Client khác, ánh xạ từ địa chỉ MAC tới địa chỉ ATM
LAN Emulation Configuration Server (LECS)	Trợ giúp Client trong việc lựa chọn LES
LAN Emulation Server (LES)	Khởi động việc ánh xạ địa chỉ, chấp nhận Client
Broadcast and Unknown Server (BUS)	Thực hiện đa truyền thông

Hình mô tả tương tác giữa Client và 3 kiểu Server. Client có thể thiết lập kết nối kênh ảo, gọi là kết nối điều khiển, tới LECS và LES. LEC dùng kết nối tới LECS để tìm một đầu vào LAN mô phỏng và xác định vị trí của LES. LES có nhiệm vụ đăng ký các Client mới và địa chỉ MAC của chúng vào LAN mô phỏng và thiết lập ánh xạ giữa địa chỉ MAC và địa chỉ ATM.



Hình 4.6: Kết nối của LANE Client qua LUNI

Khi Client và thiết bị đầu cuối của nó đã hội nhập vào LAN mô phỏng, hầu hết các công việc được thực hiện qua kết nối kênh ảo (VCC) gọi là kết nối dữ liệu. Các khung MAC, chuyển đổi thành các tế bào ATM, truyền qua kết nối dữ liệu giữa các thiết bị đầu cuối trên cùng LAN mô phỏng. Đối với việc truyền dữ liệu đơn hướng (unicast), kết nối kênh ảo được thiết lập giữa hai Client. Cuối cùng, kết nối dữ liệu giữa Client và BUS sẽ dùng cho việc quảng bá hoặc phân phát và được dùng để điều khiển việc truyền số liệu trong trường hợp Client gửi không biết địa chỉ của Client nhận.

❖ *Trình tự hoạt động của mô phỏng LAN*

Quá trình hoạt động của LAN mô phỏng tuân theo trình tự sau:

Khởi động (Initialization): Để hội nhập vào LAN mô phỏng, đầu tiên một Client phải tìm được địa chỉ ATM của LES của LAN mô phỏng. Client thiết lập một kênh ảo tới Server cấu hình LAN mô phỏng (LECS).

Có 3 kỹ thuật, nhờ đó Client phát hiện ra địa chỉ ATM của LECS để thực hiện việc khởi động:

- Client có thể dùng thủ tục quản lý mạng như một phần của giao tiếp quản lý cục bộ tạm thời (ILMI - Interim Local Management Interface) của ATM forum. Thủ tục này được thực hiện giữa Client và phần mềm ILMI trong chuyển mạch ATM. Nếu phần mềm ILMI có địa chỉ LECS của LAN mô phỏng được yêu cầu, nó sẽ cung cấp địa chỉ cho Client. Client sẽ thiết lập kết nối kênh ảo tới LECS.
- Nếu thủ tục ILMI thất bại, Client sẽ thử lại danh sách các địa chỉ thông dụng. Địa chỉ này được cung cấp để thích ứng với LECS trên bất kỳ

mạng ATM, nào tuân theo các đặc tính ATM Forum đề ra. Client dùng địa chỉ này để thiết lập kết nối kênh ảo tới LECS.

- Nếu địa chỉ thông dụng thất bại, Client thử nhận dạng đường ảo/ nhận dạng kênh ảo thông dụng được định nghĩa trong đặc tính ATM forum. Khi mạng ATM được đặt cấu hình, người quản lý mạng có thể thiết lập đường ảo/kênh ảo vĩnh viễn.

Cấu hình (Configuration): Khi đã thiết lập được kết nối giữa Client và LECS, Client có thể đối thoại với LECS. Dựa trên cơ sở dữ liệu cấu hình và chính sách của nó cùng với các thông tin mà LEC cung cấp, LECS gán Client tới dịch vụ LAN mô phỏng xác định bằng cách cho Client địa chỉ ATM của LES.. LECS cho Client các thông tin về LAN mô phỏng, bao gồm giao thức MAC, kích thước khung tối đa, tên của LAN mô phỏng. Tên này do người quản lý đặt tên như một nhóm làm việc (workgroup).

Hội nhập (Joining): Lúc này Client đã có thông tin cần thiết cho việc hội nhập vào LAN mô phỏng. Nó thiết lập một kết nối điều khiển với LES. Client phát tín hiệu JOIN REQUEST tới LES bao gồm địa chỉ ATM của Client, địa chỉ MAC, kiểu LAN, kích thước khung tối đa, số nhận dạng Client và chỉ thị ủy nhiệm. Thông số cuối cùng thông báo rằng Client tương ứng với thiết bị đầu cuối gắn trực tiếp vào chuyển mạch ATM hay bộ chuyển đổi LAN - to - ATM hỗ trợ cho thiết bị đầu cuối trên LAN hiện hữu. Nếu LES chuẩn bị chấp nhận Client, nó sẽ gửi trở về thông báo JOIN RESPONSE chấp nhận. Ngược lại, nó sẽ gửi trả lại tín hiệu JOIN RESPONSE từ chối.

Đăng ký và khởi động BUS (Registration and BUS Initilization): Mỗi khi Client kết nối với LAN mô phỏng, nó phải thực hiện thủ tục đăng ký. Nếu Client thay mặt cho nhiều thiết bị đầu cuối trên LAN hiện hữu, nó gửi danh sách toàn bộ địa chỉ MAC trên LAN hiện hữu sẽ trở thành một phần của LAN mô phỏng đối với LES. Tiếp theo, Client yêu cầu LES cho địa chỉ ATM của BUS. Địa chỉ này có chức năng như là địa chỉ quảng bá đối với LAN mô phỏng và nó được sử dụng khi khung MAC được quảng bá cho mọi trạm làm việc trên LAN mô phỏng. Sau đó, Client thiết lập kết nối dữ liệu với BUS.

Truyền dữ liệu (Data Transfer): Khi Client đã được đăng ký, nó đã có khả năng gửi và nhận khung MAC. Trong trường hợp thiết bị đầu cuối gắn vào chuyển mạch ATM, hệ thống này sẽ phát sinh khung MAC của nó cho việc truyền tới một hoặc nhiều hệ thống khác trên LAN mô phỏng. Trong trường hợp Client ủy nhiệm, nó thực hiện chức năng của Bridge là nhận khung MAC từ thiết bị đầu cuối trên LAN hiện hữu của nó và phát lại những khung MAC đó. Trong cả 2 trường hợp các khung MAC đi ra phải phân mảnh thành tế bào ATM

và truyền qua kênh ảo. Có 3 trường hợp xảy ra:

1. Truyền khung MAC đơn hướng (unicast frame), biết được địa chỉ ATM
2. Truyền khung MAC đơn hướng, không biết được địa chỉ ATM
3. Truyền đa hướng (multicast) hoặc quảng bá (broadcast) khung MAC

Nếu Client biết địa chỉ ATM của khung đơn hướng nó kiểm tra kết nối dữ liệu ảo đã thiết lập sẵn sàng cho Client đích hay chưa. Nếu đúng, nó gửi khung qua kết nối này. Ngược lại, nó sử dụng báo hiệu ATM để thiết lập kết nối và gửi các khung.

Nếu địa chỉ không xác định, Client gửi sẽ thực hiện hai hoạt động:

Đầu tiên, Client gửi khung qua kết nối dữ liệu đã được duy trì tới BUS. BUS truyền khung tới đích có địa chỉ MAC dự định hoặc quảng bá khung tới mọi đích MAC trên LAN mô phỏng. Trong trường hợp sau, đích dự định sẽ nhận ra địa chỉ MAC của nó và chấp nhận khung.

Tiếp theo, Client thử nhận biết địa chỉ ATM cho MAC này để tham chiếu sau này. Nó thực hiện việc này bằng cách gửi LE - ARP - REQUEST (LANE address resolution protocol request) tới LES, câu lệnh bao gồm địa chỉ MAC của đích (mà địa chỉ ATM đang cần biết). Nếu LES biết được địa chỉ ATM nó sẽ gửi địa chỉ tới Client trong LE - ARP - RESPONSE. Ngược lại, LES sẽ giữ lại yêu cầu trong lúc cố nhận biết địa chỉ ATM. LES gửi tín hiệu LE-ARP-REQUEST của riêng nó tới tất cả Client trên LAN mô phỏng. Client nào có địa chỉ MAC đúng như yêu cầu sẽ gửi trả địa chỉ ATM của nó tới LES, để sau đó LES có thể gửi trở lại địa chỉ ATM này tới Client có yêu cầu.

Cuối cùng, nếu khung MAC là đa hướng hoặc quảng bá, Client gửi sẽ truyền khung tới BUS qua kết nối dữ liệu ảo. BUS sẽ lặp lại khung đó và gửi nó qua các kết nối dữ liệu ảo tới mọi Client trong LAN mô phỏng.

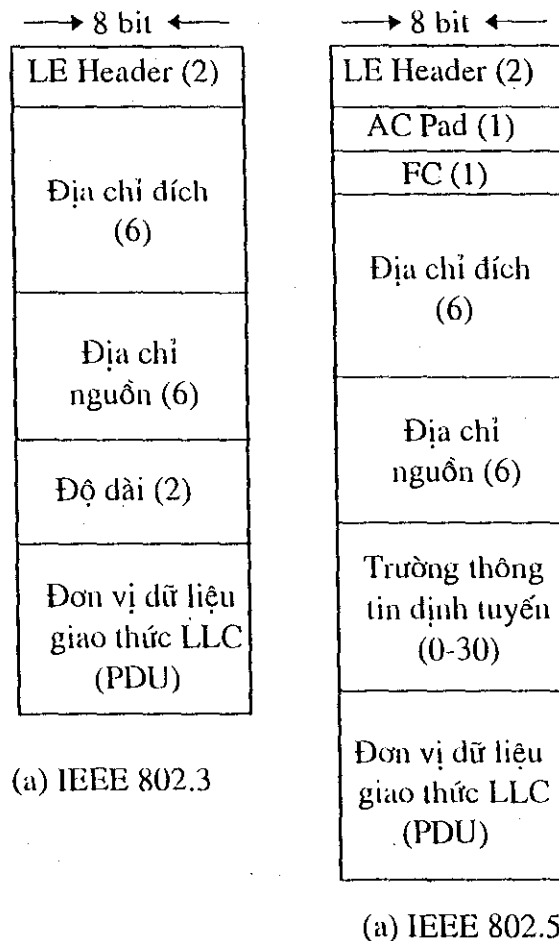
❖ *Dạng khung LAN mô phỏng*

LAN mô phỏng có 2 dạng khung:

- ◆ Dạng khung dữ liệu: kết nối dữ liệu giữa các Client và giữa Client với BUS
- ◆ Dạng khung điều khiển: sử dụng trong kết nối điều khiển giữa các Client với LES và LECS.

Hình 4.7 dưới đây mô tả dạng khung dữ liệu:

- Dạng 1: cho IEEE 802.3 (Ethernet)
- Dạng 2: cho IEEE 802.5 (Token Ring)



Hình 4.7: Khuôn dạng khung dữ liệu của LANE

Trong mỗi trường hợp dạng khung dữ liệu được rút ra từ dạng khung MAC. Khảo sát trường hợp IEEE 802.3. Khi Client nhận được LLC PDU từ lớp kế tiếp cao hơn, nó xây dựng một khung MAC để truyền đi. Khung này có cùng một dạng với khung MAC thông thường, trừ một vài khác biệt sau:

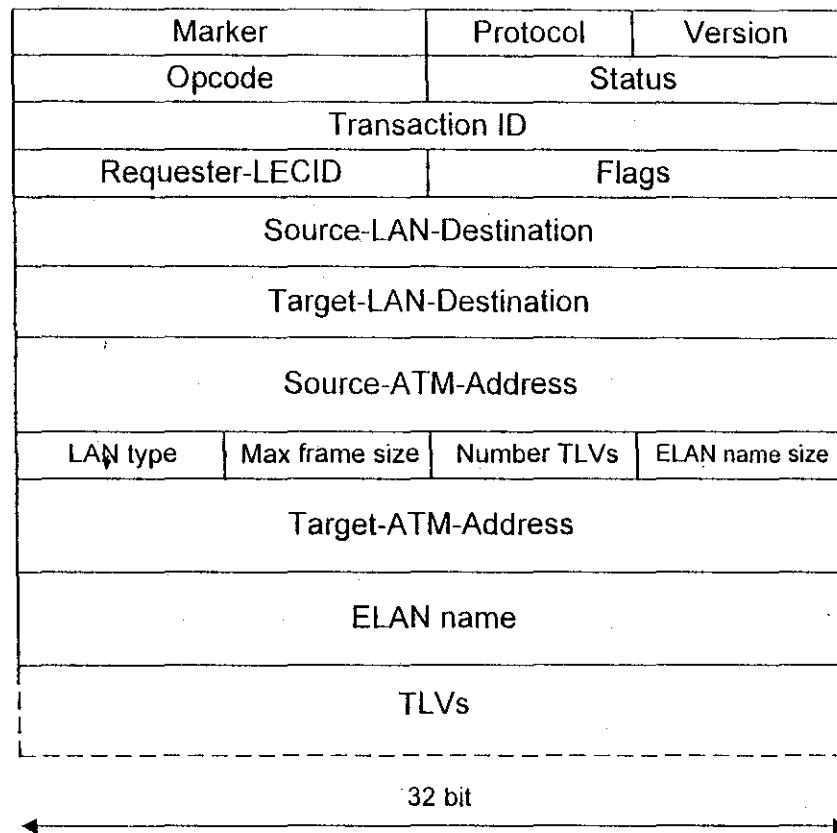
Trường kiểm tra tuần tự khung (Frame check sequence - FCS) bị bỏ qua, điều này loại trừ tiêu đề không cần thiết.

Tiêu đề LE được đưa vào, tiêu đề 16 bit này chứa số nhận dạng Client. Khi khung được nhận bởi Client đích, phần đầu LE bị cắt đi. Nếu đích là hệ thống gắn vào ATM, nó sẽ bỏ qua các trường MAC còn lại và chuyển các thông tin LLC lên lớp trên. Nếu đích là bộ chuyển đổi ATM - to - LAN gắn với LAN IEEE 802.3 nó sẽ bỏ phần tiêu đề LE, cộng thêm trường FCS vào khung MAC và truyền khung MAC này trên LAN.

Khung MAC IEEE 802.5 cũng tương tự như vậy, phần tiêu đề LE được thêm vào. Trong trường hợp này 3 trường cuối của khung bỏ qua: FCS, ED (Ending Delimiter), FS (Frame Status). Tất cả các trường này được khôi phục lại nếu khung được truyền lại trên LAN Token Ring.

Hình 4.8 cho thấy dạng khung điều khiển chung, gồm có các trường:

- Marker: Thường xuyên có giá trị HEXA “FF00”, chỉ thị khung điều khiển
- Protocol: Thường xuyên có giá trị HEXA “01”, chỉ thị giao thức ATM LAN mô phỏng
- Version: thường xuyên có giá trị HEXA “01”, chỉ thị version 1
- Op - code: Kiểu khung điều khiển: Ví dụ LE-Cofigure-Request và LE-ARP-Request.
- Status (Trạng thái): thiết lập bằng zero khi yêu cầu; dùng cho đáp ứng. Ví dụ: Thông số yêu cầu không hợp lệ lặp lại địa chỉ ATM, LAN đích không hợp lệ.
- Transaction ID: giá trị tùy biến, giá trị tùy biến được gán bởi thiết bị yêu cầu và được thiết bị đáp ứng sử dụng để thiết bị yêu cầu phân biệt được đáp ứng cần thiết giữa nhiều đáp ứng khác nhau.
- Requester - LECID: số nhận dạng của thiết bị yêu cầu
- Flag: thay đổi tùy theo yêu cầu
- Source - LAN - destination
- Target - LAN - destination
- Source - ATM - address: địa chỉ ATM của người gửi.
- LAN type: dạng LAN 802.3 hoặc LAN 802.5.
- Max frame size: kích thước khung tối đa cho phép của LAN mô phỏng hoặc kích thước khung tối đa mà Client có thể chấp nhận.
- Number TLVs: (Type-length-value entries) số lượng giá trị chiều dài kiểu đầu vào.
- ELAN name size: số lượng byte của trường tên.
- Target - ATM - address: địa chỉ ATM của người nhận.
- ELAN name: tên được gán cho LAN mô phỏng.
- TLVs: là một chuỗi các tham số cụ thể đối với từng OP-CODE, mỗi tham số bao gồm: kiểu (tên tham số), chiều dài (chiều dài tính bằng byte), và giá trị (giá trị của tham số).



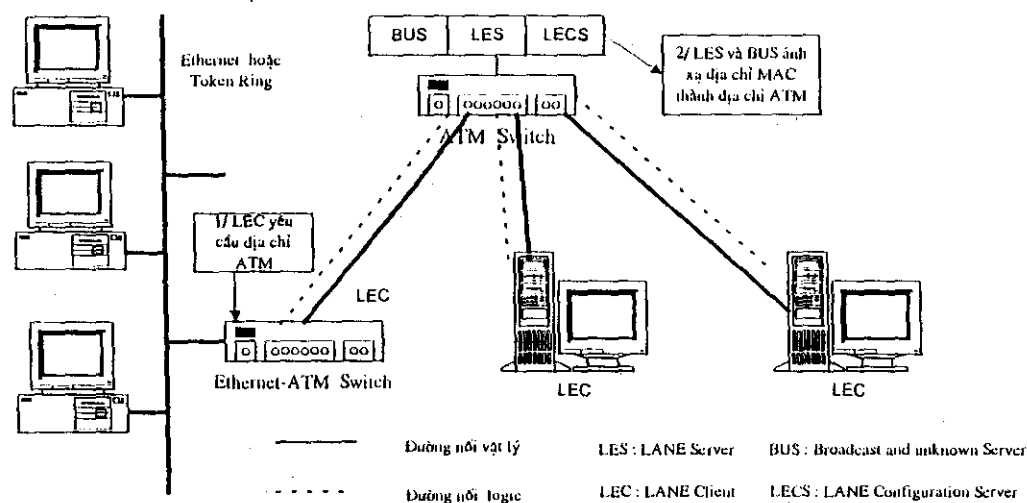
Hình 4.8: Khuôn dạng khung điều khiển LANE

❖ Khả năng chịu lỗi của LAN mô phỏng

Trong mạng Ethernet ứng dụng kiểu truyền số liệu không liên kết (connectionless) nên mỗi gói được truyền một cách hoàn toàn độc lập, điều đó giúp cho việc phát hiện lỗi nhanh và dễ dàng. Ngược lại, ATM dùng kiểu truyền số liệu hướng liên kết (connection-oriented), tạo ra các cuộc gọi để truyền số liệu qua các liên kết kênh ảo VCC. Do đó nếu biến cố xảy ra thì ATM switch phải nối lại cuộc gọi, dẫn đến ngừng trệ hoạt động của mạng trong một khoảng thời gian. Hơn nữa, có 3 loại VCC trong ATM LAN Mô phỏng: VCC truyền số liệu (data-direct VCC), VCC điều khiển (control-direct VCC), VCC cấu hình (configuration-direct VCC). Nếu VCC truyền số liệu bị ngắt thì thời gian hồi phục khá nhanh vì các VCC điều khiển và VCC cấu hình vẫn tồn tại, nhưng nếu VCC điều khiển hoặc VCC cấu hình bị ngắt thì toàn bộ dịch vụ của LANE bị gián đoạn và LEC phải kết nối lại với LES và BUS để đăng ký lại dịch vụ LANE, do đó mất rất nhiều thời gian. Ngoài ra còn nhiều khả năng sự cố khác như các mô đun LES, BUS hỏng hay thậm chí ATM switch hay cáp bị hỏng. Để khắc phục, các nhà sản xuất đưa ra nhiều biện pháp chống lỗi cho ATM LAN. Điển hình là công ty Cisco System mới đây thông báo về thủ tục SSRP (Simple

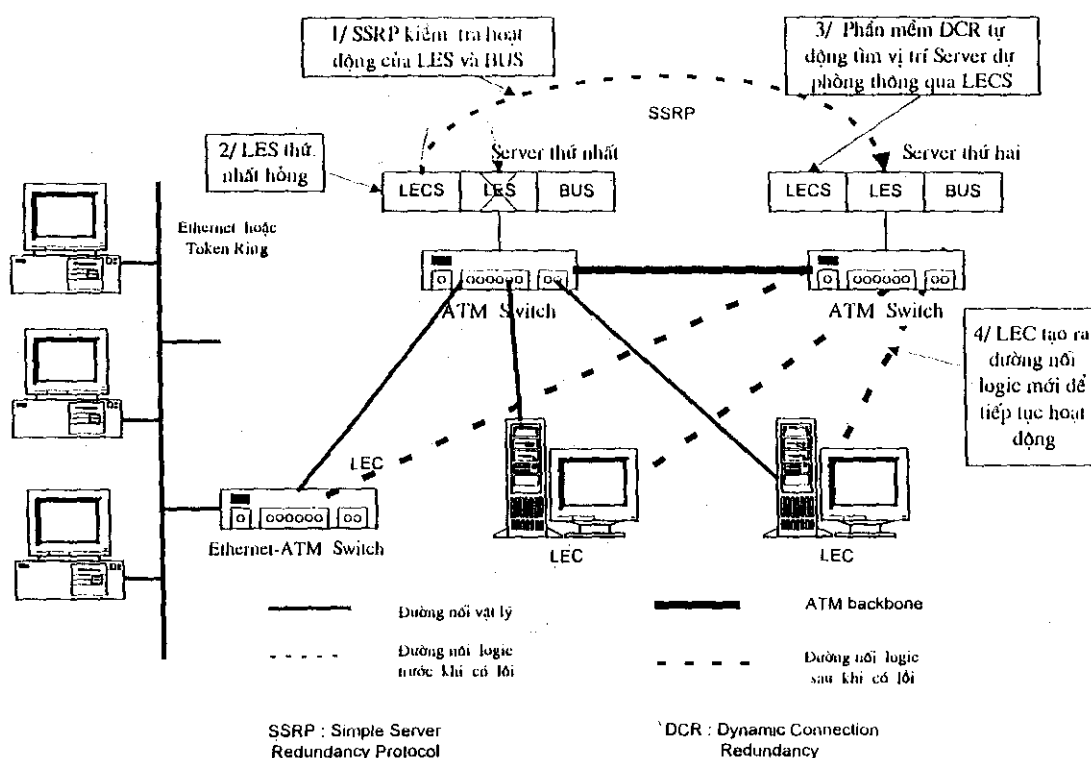
Server Redundancy Protocol) của họ với công dụng nhận bản các thông tin cấu hình của LANE Server. SSRP vận chuyển thông tin giữa LECS và LES/BUS. Thông tin cấu hình cơ bản của toàn bộ LAN mô phỏng được chia sẻ giữa LECS hoạt động và tối đa 3 LECS dự phòng. Nếu LES/BUS hỏng, kết nối với LEC bị mất thì LEC sẽ cảm nhận được lỗi của mạng và cố kết nối lại với LAN mô phỏng, lúc đó nó sẽ được LECS chỉ dẫn đến một cặp LES/BUS dự phòng trên một thiết bị khác trên mạng. SSRP sẽ cung cấp ngay phần mềm dự phòng, cho phép LEC vẫn tiếp tục kết nối đầy đủ với mạng. SSRP thực ra mới chỉ là một phần của biện pháp chống lỗi cho ATM LAN Mô phỏng vì mặc dù mạng có thêm LES mới dự phòng nhưng LEC có thể không tìm thấy LES này. Một nhà sản xuất khác là Olicom đã hoàn thiện giải pháp chống lỗi và đưa ra phần mềm DCR (Dynamic Connection Redundancy) cho phép LEC tự động tìm kiếm vị trí của LES/BUS thông qua LECS. DCR thực hiện việc này bằng cách đọc thực hiện thông tin cấu hình mạng qua giao diện quản lý cục bộ tạm thời ILMI (Interim Local Management Interface) từ ATM switch. ILMI là một giao diện quản lý của ATM Forum cho phép 2 thiết bị ATM cạnh nhau tự động xác định các thông số hoạt động cho đường nối ATM chung giữa chúng. Sự kết hợp giữa SSRP và DCR cho phép ATM LAN Mô phỏng tự động phục hồi nhanh chóng khi có lỗi xảy ra.

Hình 4.9 và hình 4.10 mô tả mạng ATM LAN thông thường và mạng ATM LAN có khả năng chống lỗi ứng dụng SSRP và DCR¹:



Hình 4.9: Mạng ATM LAN thông thường không có khả năng chống lỗi

¹ Lohse, S. - "Reliable ATM Networking" - Byte, April 1997



Hình 4.10: Mạng ATM có khả năng chống lỗi ứng dụng SSRP và DCR

4.1.2. Các xu hướng phát triển mới của ATM LAN

Cho đến nay, về mặt cấu trúc giao thức, tồn tại 3 xu hướng phát triển chính của ATM LAN:

1. Xu hướng thứ nhất là ATM LAN Emulation như đã trình bày ở trên
2. Xu hướng thứ hai là các giao diện lập trình ứng dụng cho ATM, gọi là ATM API (ATM Application Programming Interface)
3. Xu hướng thứ ba là MPOA (Multi Protocol Over ATM)

Một trong các yếu tố quan trọng nhất cần xem xét khi so sánh 3 xu hướng trên là việc hỗ trợ cho QoS (Quality of Service), một trong những điểm mạnh của công nghệ ATM. Trong mạng ATM thuần túy, QoS cho phép người điều hành mạng xác định mức QoS với từng loại truyền thông khác nhau.

Ví dụ, trên một mạng hỗ trợ đồng thời các ứng dụng hội thảo video, truyền file (file transfer) với các file kích thước lớn ví dụ trong các ứng dụng CAD/CAM. Trong trường hợp không có mức ưu tiên xác định thì việc truyền file CAD/CAM có thể gây ra tắc nghẽn mạng làm ảnh hưởng đến các dịch vụ khác.

Cu thể, ứng dụng hội thảo video sẽ bị trễ ảnh hưởng gây ra hiện tượng các

khung hình bị giạt.

Nếu áp dụng QoS thì người quản lý mạng có thể đặt mức ưu tiên cao nhất cho ứng dụng hội thảo video và mức ưu tiên thấp nhất cho ứng dụng truyền file để tránh hiện tượng nói trên.

Xu hướng thứ nhất, ATM LAN Emulation là biện pháp đơn giản nhất để đưa ATM vào LAN và đã được chuẩn hoá (ATM Forum đã đưa ra chuẩn LANE 1.0 và sắp đưa ra chuẩn LANE 2.0) nhưng nó không hỗ trợ QoS và đòi hỏi thiết bị router để nối các mạng con với nhau.

Xu hướng thứ hai là viết ra các giao diện lập trình ứng dụng API tạo ra mối liên hệ trực tiếp giữa các ứng dụng và các dịch vụ của ATM (gồm cả QoS). Nhưng xu hướng này gặp phải trở ngại là các ATM API này hiện là độc quyền của một số công ty và phụ thuộc vào hệ điều hành chạy dưới nền các ứng dụng đó.

Xu hướng thứ ba là phát triển giao thức MPOA, một giao thức cho phép định tuyến (routing protocol) cho mạng ATM được ATM Forum phát triển. MPOA định nghĩa việc định tuyến cho IP và IPX (IP, IPX routing) trong ATM switch. Switch áp dụng giao thức này không đòi hỏi router để kết nối các mạng con (subnet) khác nhau.

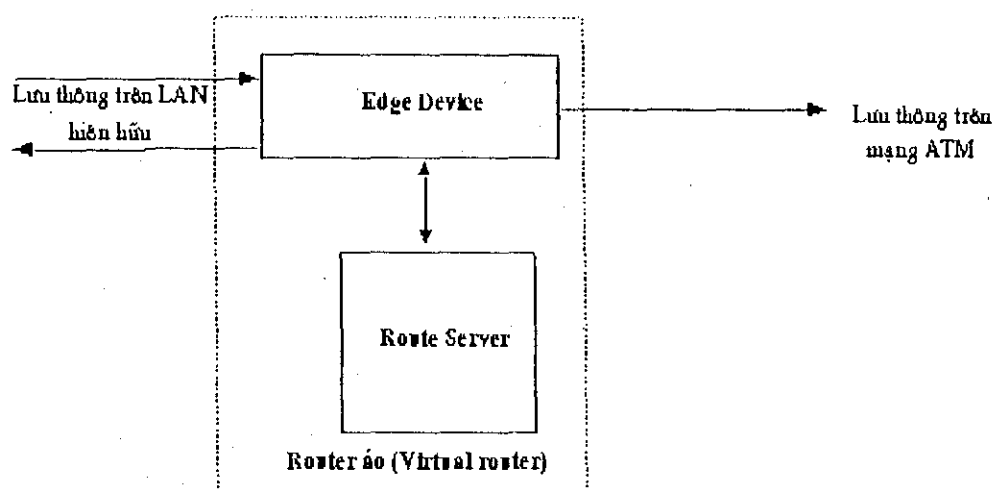
MPOA dựa vào chuẩn LANE của ATM Forum. Chuẩn này qui định cho lớp MAC (lớp 2 trong mô hình OSI) về cách thức các giao thức của LAN hiện hữu thích ứng được với mạng ATM. MPOA bổ sung thêm các hỗ trợ cho lớp 3 và hỗ trợ cho ATM QoS. MPOA yêu cầu 3 thành phần:

- Thứ nhất là một thiết bị giao diện lề (edge devices) ví dụ như một LAN Switch với giao diện ATM, thiết bị này có phần mềm xử lý gói tại lớp 3 nhưng truyền gói tại lớp 2.
- Thứ hai là một Server định tuyến (route Server) chạy các giao thức định tuyến thông thường như RIP (Routing Information Protocol) hay OSPF (Open Shortest Path First) và tính toán đường truyền. Server định tuyến và thiết bị giao diện lề sẽ chia sẻ chức năng của router thông thường.
- Thứ ba là IASG (Internet Address Sumarization Groups), một tập hợp các nhóm địa chỉ ở lớp mạng (network layer).

Hình 4.11 mô tả hoạt động của MPOA:

Hoạt động của các mô đun trong hình vẽ:

- 1/ Edge device kiểm tra xem nó có biết địa chỉ của gói đến hay không
- 2/ Nếu không biết nó sẽ tham khảo Route Server



Hình 4.11: Hoạt động của MPOA

3/ Route Server tính toán đường nối tốt nhất, dựa trên giao thức LAN thông thường hoặc dựa trên IASG. Nó cung cấp đường nối cho edge device

4/a- Các điểm đến ở phía mạng LAN được định tuyến bởi địa chỉ lớp mạng (lớp 3)

4/b- Các gói gắn với ATM switch được gửi bởi địa chỉ MAC (lớp 2)

Sau khi đi qua các xu hướng như đã nêu trên, bảng 4.4 sẽ so sánh các đặc điểm chính của chúng:

Bảng 4.4: So sánh ba phương pháp áp dụng công nghệ ATM trong LAN

Phương pháp	Ưu điểm	Nhược điểm
ATM API	Tạo ra mối liên hệ trực tiếp giữa các ứng dụng và các dịch vụ của ATM trong đó có cả QoS).	Hiện nay các API sẵn có đều là độc quyền
Mô phỏng LAN	Cho phép sử dụng mạng xương sống ATM bằng cách biến đổi gói IP thành khung ATM	Cần có router để kết nối giữa các mạng con. Không hỗ trợ QoS.
MPOA	Xác định việc định tuyến cho giao thức IP hay IPX vì vậy không cần dùng thêm Router	Hiện nay chưa được chuẩn hoá đầy đủ. Một số nhà sản xuất đang áp dụng theo nhiều hướng khác nhau

Trên đây là các xu hướng phát triển về mặt cấu trúc giao thức, còn về mặt sản xuất thiết bị, các nhà sản xuất trên thế giới đang đầu tư phát triển cho công nghệ ATM tốc độ thấp 25 Mbit/s. Nguyên nhân của xu hướng này là hiện nay

các thiết bị ATM tốc độ cao giá thành còn quá đắt và băng thông rộng của tốc độ 155 Mbit/s thực ra chưa thực sự cần thiết với hầu hết người sử dụng. Phát triển công nghệ ATM tốc độ thấp cho phép triển khai các dịch vụ của ATM (ví dụ các ứng dụng multimedia thời gian thực) đến từng người sử dụng để lợi dụng các ưu điểm của công nghệ này như chất lượng dịch vụ QoS với giá cả phải chăng. Cụ thể, giá của một cổng ATM switch tốc độ 25 Mbit/s khoảng 200 đến 600 USD và giá một card ATM adapter chỉ từ 200 đến 500 USD trong khi giá tương ứng của các thiết bị ATM 155 Mbit/s là 2000-3000 USD và 1000-2000 USD.

Các công ty hàng đầu thế giới sản xuất thiết bị mạng như IBM, 3COM, Fore Systems, Adaptec, NEC.... đều sản xuất rộng rãi các ATM switch và ATM adapter 25 Mbit/s. Lợi tức của thị trường này tăng 300% từ 39,8 triệu USD năm 1994 lên 152,9 triệu USD năm 1995².

Về mặt kỹ thuật, ATM tốc độ thấp thường sử dụng cáp đồng thay vì cáp quang. Về mặt cấu trúc giao thức không khác gì so với ATM tốc độ cao. Các ATM switch 25 Mbit/s thường có ít nhất 1 cổng up-link nối với đường ATM tốc độ cao 155 Mbit/s hay thậm chí 622 Mbit/s (như ATM switch của Fore systems), một số cổng 25 Mbit/s và có thể thêm cổng giao diện với Ethernet.

Các thiết bị ATM switch 25 Mbit/s có 3 kiểu cấu trúc: ma trận, bus và ring.

Cấu trúc ma trận chuyển mạch đạt tốc độ cao nhất và giảm thiểu khả năng tắc nghẽn. Trong cấu trúc này, tất cả các cổng vào đều nối với tất cả các cổng ra qua một ma trận. Mỗi tế bào có thể được chuyển mạch tức thì đến cổng ra và có thể đi qua bất cứ đường nào.

Trong cấu trúc bus các tế bào sẽ được dẫn kênh vào bus trong và được chuyển đến cổng thích hợp. Một thiết bị điển hình thuộc loại này là ATM switch ASX-200WG của Fore systems với bus đạt tốc độ 2,5Gbit/s nhanh hơn cả nhiều ATM switch với cấu trúc ma trận.

Trong cấu trúc Ring, khi các tế bào đi vào Switch, các vi mạch ASIC sẽ tách bỏ các tiếp đầu ATM và thay vào đó địa chỉ vòng (ring address) đặc biệt và dẫn các tế bào đó đến đích. Các tiếp đầu đặc biệt này lại được loại bỏ và thay bằng tiếp đầu ATM khi các tế bào ra khỏi Switch.

Các ATM adapter hầu hết đều dùng với bus PCI, chỉ có một số ít dùng cho bus ISA hoặc EISA vì các bus này thường không đảm bảo tốc độ. Các adapter này được khuyến nghị là chỉ nên dùng với máy tính Pentium hoặc mạnh hơn. Hoạt động của adapter khiến cho CPU của máy chủ phải kiêm thêm việc xử lý tế bào, nên làm chậm hoạt động của máy. Vì vậy, một số card thêm bộ xử lý riêng trên card để giảm nhẹ gánh cho máy chủ. Các trình điều khiển thiết bị (driver)

² Xem TLTK " 25 Mbit/s affordable ATM "

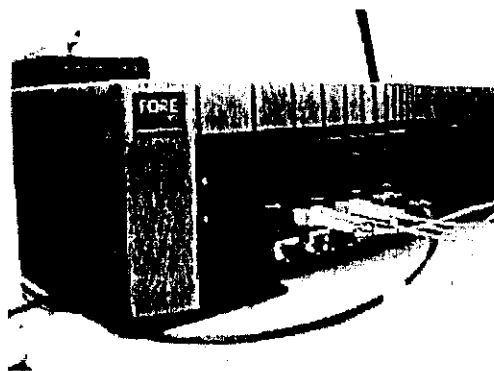
của ATM adapter thường được viết cho các hệ điều hành thông dụng như DOS, Windows NT, Windows 95, Windows 3.1, Netware, UNIX...

4.2. Cấu trúc một ATM-LAN thực tế

Một ví dụ về ATM LAN trong thực tế là một mạng cục bộ tại phòng thí nghiệm kỹ thuật thông tin tại trường Đại học Bách khoa Hà nội. Mạng này bao gồm các thiết bị đầu cuối ATM của Hàn quốc và thiết bị chuyển mạch ATM của hãng Fore System (USA), một hãng đứng hàng đầu thế giới về các thiết bị ATM. Các thiết bị đầu cuối ATM còn được trang bị thêm phần cứng cho một ứng dụng multimedia trong thời gian thực điển hình là hội nghị truyền hình (videoconference).

4.2.1. Chuyển mạch ATM

Chuyển mạch ATM Fore Runner ASX-200BX của hãng Fore Systems là một thiết bị dùng cho LAN workgroup, LAN xương sống và cho mục đích kết nối LAN - WAN. Tốc độ chuyển mạch của thiết bị này có thể đạt tới 2,5 Gbit/s, cho phép kết nối giữa 4 thiết bị đầu cuối ATM tốc độ 622 Mbit/s, hay 16 thiết bị đầu cuối ATM tốc độ 155 Mbit/s hoặc 24 thiết bị đầu cuối ATM tốc độ 100 Mbit/s.



Hình 4.12: Thiết bị chuyển mạch ForeRunner ASX-200BX

❖ Cấu hình phần cứng:

Chuyển mạch ASX-200BX bao gồm bo chuyển mạch chính (Switch board), quạt làm nguội, mô đun mạng, các bộ nguồn (một nguồn chính và một dự phòng), Panel điều khiển phía trước.

Bo chuyển mạch chính chứa cơ cấu chuyển mạch, một giao diện điều khiển (control interface) được điều khiển bằng bộ vi xử lý Intel i960 gọi tắt là SCP (switch control processor). Bộ vi xử lý này có thể truy nhập vào bo chuyển mạch

như một trạm làm việc ATM thông thường, nó cùng với phần mềm điều khiển quản lý phương thức hoạt động của bo chuyển mạch nhưng không tham gia vào hoạt động chuyển mạch các tế bào. SCP cung cấp khả năng truy nhập quản lý (management access) thông qua SNMP-giao thức quản lý mạng. Nó chịu trách nhiệm lưu giữ và cập nhật thông tin của SNMP.

Mô đun mạng có nhiều loại khác nhau:

Về mặt vật lý, có các loại mô đun chứa 2 cổng, 4 cổng, 6 cổng ATM. Mỗi chuyển mạch có thể chứa tối đa 4 mô đun. Mỗi cổng đều có các LED chỉ thị trạng thái thu, phát.

Về mặt giao diện, có các loại mô đun giao diện SONET, DS-1, DS-3, E-3, E-1... cho phép kết nối với WAN.

Panel điều khiển phía trước gồm có: nút Reset, cổng nối tiếp RS-232C, cổng Ethernet 10Base-T, nút NEXT, nút SELECT, màn LED hiển thị và hai LED nguồn. Panel này cho phép người sử dụng theo dõi tình trạng chung của máy và có thể điều khiển và truy nhập vào bo chuyển mạch (thông qua cổng Ethernet và cổng nối tiếp).

Máy có 2 mô đun nguồn riêng biệt gồm một nguồn chính và một nguồn dự phòng. Khi có sự cố nguồn xảy ra thì LED nguồn của khối nguồn bị hỏng sẽ chỉ thị sự cố và nguồn dự phòng sẽ tự động làm việc, lúc đó người sử dụng có thể thay thế khối nguồn hỏng đó mà không cần tắt máy, do đó giữ cho mạng vẫn hoạt động. Bình thường, LED nguồn có màu xanh chỉ tình trạng nguồn làm việc bình thường (5V). Ngoài ra, nguồn còn cung cấp hai điện áp đối xứng + 48V và - 48V ở đằng sau máy.

Quạt làm mát dùng để làm mát bo chuyển mạch và mô đun mạng, tốc độ quay của quạt được giám sát liên tục, do đó hư hỏng của quạt sẽ được phát hiện ngay tức khắc.

❖ Phần mềm điều hành và quản lý:

Giao diện quản lý của máy theo kiểu hệ điều hành UNIX gọi tắt là AMI (ATM management interface), nó cho phép người sử dụng có các khả năng sau:

- Theo dõi thống kê về các đường ảo, kênh ảo đang hiện hữu trên mạng, cho phép xoá, sửa, thêm bớt chúng.
- Xem cấu hình của máy.
- Theo dõi và điều chỉnh các thông số về địa chỉ IP.
- Theo dõi và điều chỉnh các thông số liên quan đến lớp ATM và AAL.
- Theo dõi các thống kê về các mô đun giao thức có liên quan như TCP, UDP, ICMP...
- Theo dõi các thông số của cổng, mô đun mạng, giao diện truyền dẫn...

- Theo dõi tình trạng của máy như tình trạng quá nhiệt của máy, của nguồn...

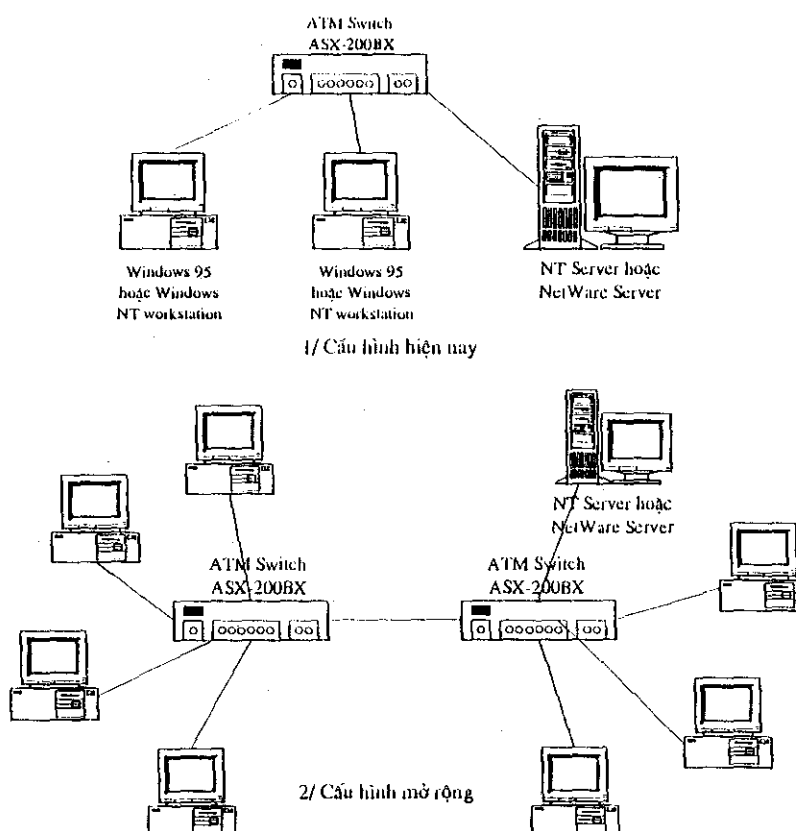
Người sử dụng có thể truy nhập vào giao diện điều khiển này từ một trạm làm việc ATM nhờ phần mềm Telnet hay từ một máy tính ngoài mạng ATM, qua cổng nối tiếp RS-232, thậm chí từ một máy tính ở xa, qua modem nối với cổng RS-232.

4.2.2. Card giao diện ATM

Card giao diện dùng trong các thiết bị đầu cuối ATM là loại PCA-200EPC của Fore System. Card này có thể cài đặt trên các máy tính 386, 486, Pentium... có khe cắm PCI chạy hệ điều hành Novell Netware, Windows NT, Windows 95 hoặc OS/2.

Về phần mềm, card giao diện ATM chạy phần mềm mô phỏng LAN Forethought 4.0 tuân theo chuẩn LANE 1.0 của ATM Forum và thủ tục báo hiệu UNI 3.0.

4.2.3. Cấu hình mạng hiện nay và khả năng mở rộng



Hình 4.13: Cấu hình hiện nay và cấu hình mở rộng của ATM LAN

Hình 4.13 mô tả cấu hình mạng hiện nay. Một máy trong mạng làm vai trò Server chạy hệ điều hành Windows NT Server hay Novell Netware, các máy còn lại chạy hệ điều hành Windows 95 hay Windows NT Workstation, chúng có thể truy nhập vào cả NT Server và Netware Server, còn trong trường hợp máy Server không chạy thì các máy này tạo thành một mạng workgroup.

Khi cần mở rộng phạm vi mạng thì có thể nối thêm các chuyển mạch ATM khác. Đặc biệt chuyển mạch ASX-200BX có thể tự động cảm nhận sự xuất hiện của một chuyển mạch ASX-200BX khác mới thêm vào mạng và tự động tạo ra các cuộc nối mới đến các cổng trên chuyển mạch này.

4.3. Một vài ứng dụng của mạng ATM

4.3.1. Hội nghị truyền hình (Videoconferencing)

Hội nghị truyền hình là một ứng dụng rất thuận tiện đối với các môi trường doanh nghiệp, lĩnh vực giáo dục và nhiều lĩnh vực khác. Ngày nay, khi số lượng các máy tính tại gia đình có tính năng multimedia tăng nhanh cùng với sự phát triển của các mạng diện rộng thì ứng dụng này có xu hướng tiếp cận người sử dụng tại nhà. theo các nhà chuyên môn, có 4 trào lưu của ứng dụng hội nghị truyền hình:

- Trào lưu thứ nhất là hội nghị truyền hình theo nhóm quay số (dial-up group) trong đó từng cặp người sử dụng gặp nhau theo định kỳ.
- Trào lưu thứ hai là hội nghị truyền hình trên cơ sở ISDN- mạng tổ hợp số đa dịch vụ.
- Trào lưu thứ ba là hội nghị truyền hình trên cơ sở LAN, trong đó nhiều người sử dụng trong LAN cùng tham gia.
- Trào lưu thứ tư là hội nghị truyền hình trên Internet sẽ phát triển trong tương lai.

Trong mục này giới thiệu về một ứng dụng hội nghị truyền hình cụ thể chạy trên mạng ATM tại Trường Đại học Bách khoa Hà nội: Proshare videoconferencing của hãng Intel.

Thiết bị đi kèm gồm có hai card Proshare Video capture board và ISDN Audio board cùng với camera và bộ tai nghe liên micro.

Proshare videoconferencing cho phép nhiều người sử dụng tham dự hội nghị truyền hình thông qua đường ISDN, modem, LAN TCP/IP hay LAN IPX...

Các ứng dụng đi kèm gồm có:

- Hội nghị truyền hình (video conferencing): cho phép hai người nói

chuyện với nhau và nhìn thấy nhau trên hai cửa sổ video.

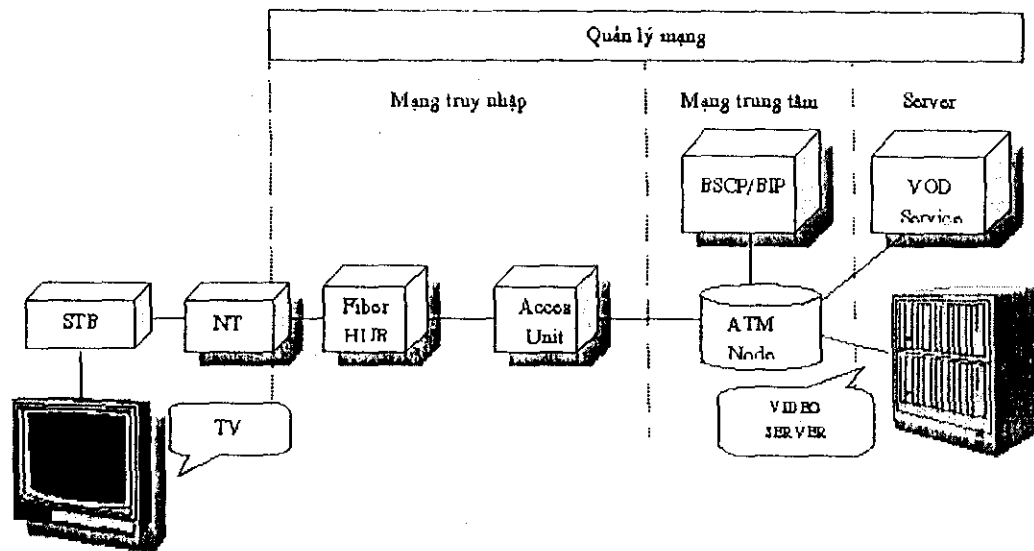
- Chia sẻ ứng dụng (application sharing): cho phép nhiều người sử dụng chia sẻ một ứng dụng như Word hay Paint brush....
- Truyền file (file transfer): cho phép trao đổi giữa những người sử dụng với nhau.
- Trao đổi ảnh (photo exchange): cho phép trao đổi những ảnh chất lượng cao giữa những người sử dụng. Các ảnh này có thể là ảnh có sẵn hay ảnh chụp bằng camera tại chỗ.

Tuỳ theo tính chất của đường truyền mà ứng dụng này có thể cho phép truyền đồng thời hình ảnh động, tiếng nói và số liệu, chỉ có tiếng nói và số liệu hoặc chỉ có số liệu không. ATM-LAN tốc độ cao cho phép truyền đồng thời cả hình ảnh động, tiếng nói và số liệu. Hình 4.14 là màn hình của ứng dụng Proshare videoconferencing.



Hình 4.14: Màn hình của ứng dụng Proshare Videoconferencing

4.3.2. Hệ thống VOD (Video on demand)



Hình 4.15: Các thành phần của mạng dịch vụ VOD

Video on Demand gọi tắt là VOD là một hệ thống cung cấp các hình ảnh động cho người sử dụng theo yêu cầu. Hình 4.15 mô tả toàn bộ hệ thống VOD.

Các thành phần của mạng VOD gồm có:

- Máy thu hình (TV)
- STB (Set top box): là một thiết bị đóng vai trò kết cuối của kết nối ATM và làm nhiệm vụ giải mã dòng tín hiệu video nén theo tiêu chuẩn MPEG 1 hoặc MPEG 2.
- NT (Network termination): Là thiết bị kết cuối mạng, cung cấp các giao diện như cáp đồng trục cho TV, cáp xoắn cho máy điện thoại, giao diện Ethernet cho máy tính...
- Fiber Hub: Điểm đầu cáp quang, làm nhiệm vụ biến đổi quang/điện và điện/quang. Nó có thể kết nối hàng trăm người sử dụng.
- Access Unit: Đơn vị truy nhập, là điểm truy nhập cho nhiều mạng khác nhau như mạng ATM (cung cấp dịch vụ VOD), mạng số liệu và mạng điện thoại để cung cấp cho người sử dụng.
- ATM Node: Điểm nút ATM, là một chuyển mạch ATM làm nhiệm vụ tạo nên các kết nối với băng thông thay đổi giữa STB và các thành phần cung cấp dịch vụ VOD như BSCP/BIP, VOD Service, Video server.
- BSCP/BIP (Broadband service control point/Broadband Intelligent peripheral): Điểm điều khiển dịch vụ và thiết bị ngoại vi thông minh phục vụ băng rộng. Hai thành phần này còn được gọi là
- VOD Service: Điều khiển việc cung cấp dịch vụ, còn được gọi là cổng

truy nhập dịch vụ mức 2.

- Video Server: Máy tính chủ chứa thư viện hình ảnh động được nén theo chuẩn MPEG 1 hoặc MPEG 2 để cung cấp cho người sử dụng.

Quá trình truy nhập dịch vụ của người sử dụng như sau:

1. Người sử dụng thiết lập kết nối đến điểm nút ATM để yêu cầu dịch vụ.
2. Nút ATM sẽ yêu cầu địa chỉ của một cổng truy nhập dịch vụ mức 1 và được BSCP/BIP trả lời. Sau đó một kết nối được thiết lập giữa STB và cổng này.
3. Người sử dụng yêu cầu một dịch vụ cụ thể (ví dụ chương trình video cho gia đình). BSCP/BIP sẽ cung cấp địa chỉ của thiết bị cung cấp dịch vụ này cho người sử dụng (thiết bị này là). Một kết nối giữa người sử dụng và cổng này được thiết lập.
4. Khi người sử dụng chọn một loại phim cụ thể nào đó (ví dụ như phim khoa học) thì cổng truy nhập dịch vụ mức 2 sẽ cung cấp cho video server địa chỉ của STB và yêu cầu của người sử dụng.
5. Video server thiết lập một kết nối số liệu với STB và truyền các hình ảnh động dạng nén cho người sử dụng.

4.3.3. Các ứng dụng khác

Rất nhiều ứng dụng multimedia mới ra đời cùng với sự phát triển của công nghệ ATM. Có thể liệt kê một số ứng dụng phổ biến khác như mua hàng từ xa, dịch vụ mua bán và tìm nhà cửa cho thuê từ xa, tra cứu từ điển bách khoa toàn thư điện tử

Thí dụ trong dịch vụ mua nhà từ xa, một người sử dụng muốn mua một căn nhà theo yêu cầu diện tích, vị trí, giá cả... và thiết lập một kết nối qua mạng ATM đến máy chủ chứa cơ sở dữ liệu. Người sử dụng sẽ được cung cấp các dữ liệu cần thiết và kèm theo các hình ảnh quay quang cảnh bên trong và bên ngoài ngôi nhà đó.

4.4. Tóm tắt

Chương này trình bày các giải pháp ứng dụng công nghệ ATM vào LAN cùng với một số ứng dụng đặc trưng của mạng ATM như hội nghị truyền hình, VOD.... Để tạo ra sự tương thích giữa công nghệ ATM và LAN hiện hữu, một số mô hình đã và đang được đưa ra nghiên cứu áp dụng, trong đó phổ biến nhất hiện nay là mô phỏng LAN. Chương này cũng trình bày cấu hình một ATM LAN thực tế đang hoạt động tại Trường Đại học Bách khoa Hà nội cùng với một số đặc tính kỹ thuật của các thiết bị cụ thể.

5. TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP KẾT NỐI ĐÃ VÀ ĐANG ĐƯỢC SỬ DỤNG

5.1. Phương pháp kết nối dùng phần cứng

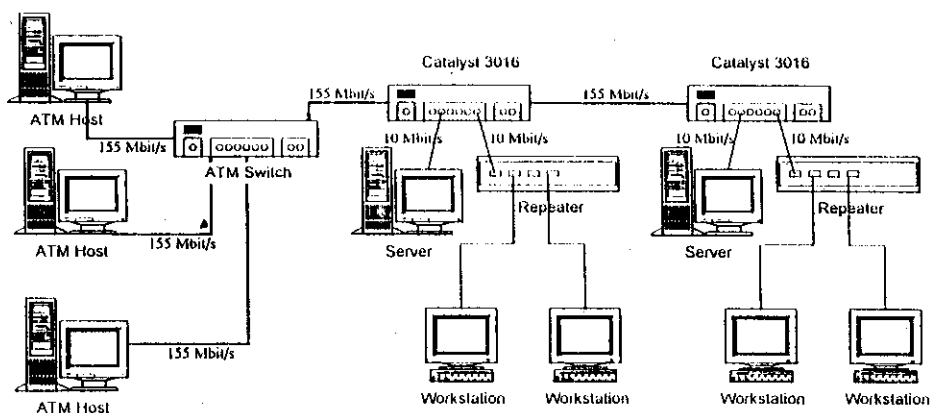
5.1.1. Phương pháp kết nối dùng Switch (hoặc Bridge)

Như đã đề cập ở chương 2, Switch thực ra là bridge có nhiều cổng. Do đó, về cấu trúc chung không khác gì bridge. Chức năng của nó là đọc địa chỉ MAC của các gói nhận được trên mạng con và dựa vào đó gửi gói đến mạng có địa chỉ MAC thích hợp. Để kết nối với ATM LAN thì switch phải có thêm mô đun giao diện ATM hỗ trợ ATM LAN mô phỏng.

Khi chọn thiết bị để kết nối LAN thường và ATM LAN cần cân nhắc một số chỉ tiêu kỹ thuật và tính tương thích sau:

- Mô đun giao diện ATM của LAN switch và ATM switch có cùng tuân theo chuẩn giao diện chung hay không, ví dụ các chuẩn giao diện quang OC-3, OC-12..
- Các mô đun nói trên có hỗ trợ mô phỏng LAN không và tuân theo các chuẩn nào của ATM Forum (ví dụ UNI3.0, LANE 1.0, ILMI...). Mức độ tương thích với các chuẩn đó.
- Ngoài ra cần xem xét thêm một số thông số như loại cáp quang (đa mốt, đơn mốt), giao diện nối phép cơ khí (ví dụ các loại giắc ghép nối SC, ST...)

Một thiết bị switch điển hình có thể dùng để kết nối LAN thường và ATM LAN là Catalyst WS-C3016 thuộc dòng sản phẩm Catalyst 3000/3200 của hãng Cisco System. Cũng như nhiều loại switch khác, Catalyst 3016 có thể lắp ghép theo nhiều cấu hình khác nhau bằng các loại mô đun khác nhau như các mô đun Ethernet, Fast Ethernet, VG Any-LAN, ATM... Ngoài ra, Catalyst 3016 có khả năng ghép nối thành tầng (stackable). Hình 5.1 mô tả cấu hình mạng kết nối LAN và ATM LAN.

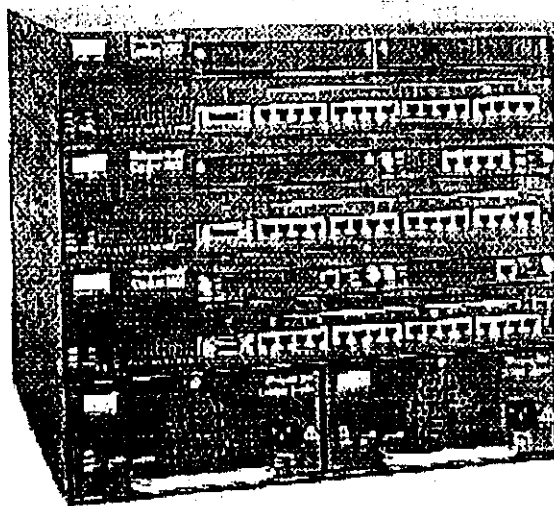


Hình 5.1: Thiết bị Catalyst 3016 kết nối LAN Ethernet và ATM LAN

❖ Các đặc điểm kỹ thuật của Catalyst 3016 và họ Catalyst 3000/3200

Các mô đun chính:

Một khối Catalyst 3016 bao gồm 16 cổng Ethernet 10 Mbit/s (10BaseT), 1 cổng AUI và khe cắm cho 2 mô đun mở rộng tùy chọn. Mô đun tùy chọn này có thể là mô đun 155 Mbit/s ATM, 100 Mbit/s VG AnyLAN, 100 Mbit/s Fast Ethernet, hay mô đun chứa 4 cổng Ethernet 10 Mbit/s. Hình là thiết bị Catalyst 3016 cùng với ma trận chuyển mạch.



Hình 5.2: Thiết bị Catalyst 3016 của Cisco

Khả năng ghép tầng (stackable):

Khi cần tăng số cổng mạng hoặc muốn tăng dải thông của switch, có thể ghép các switch thành tầng qua các cổng ghép nối tốc độ 280 Mbit/s và các cáp đặc biệt. Khi đó cần thêm một khối ma trận chuyển mạch (cross-point switch). Khối này cho phép ghép tối đa 8 switch thành một hệ thống chuyển mạch, cung

cấp tới 192 cổng Ethernet 10 Mbit/s và các cổng Fast Ethernet hoặc ATM để nối giữa các hệ thống switch với nhau hay nối với server. Bằng cách này, dung lượng tối đa của mạng có thể lên tới 4.8 Gbit/s.

Quản lý mạng:

Hệ thống quản lý mạng của switch Catalyst 3016 cho phép thêm hoặc bớt các khối switch mà không cần phải tắt mạng. Phần mềm quản lý có khả năng tự động cảm nhận khi có một khối switch mới được thêm vào hay khi một khối bị ngắt ra khỏi hệ thống. Hơn nữa khi các khối mới được thêm vào thì toàn bộ hệ thống được quản lý thống nhất như một khối duy nhất (single entity management). Điều này làm cho việc quản lý mạng trở nên đơn giản. Có thể theo dõi hoạt động của mạng và hệ thống chuyển mạch bằng một máy tính bên ngoài với phần mềm giao diện đồ họa CiscoView.

Khả năng chịu lỗi của ma trận chuyển mạch:

Khối mạng trận chuyển mạch (cross-point matrix) cho phép dùng song song 2 mô đun ma trận để dự phòng hỏng hóc. Khi phần mềm quản lý phát hiện mô đun thứ nhất bị hỏng thì nó tự động chuyển toàn bộ công việc sang mô đun thứ hai.

❖ Cấu trúc phần cứng của Catalyst 3016 với mô đun giao diện ATM

Cấu trúc tổng quát

Trung tâm của khối chuyển mạch Catalyst 3016 là bus AXIS, một cơ cấu chuyển mạch có tốc độ 480 Mbit/s nơi tất cả các cổng liên lạc với nhau. Bộ phân xét (arbiter) ASIC quyết định phương thức các mô đun LAN truy nhập vào AXIS bus. Mỗi cổng LAN chứa một mô đun LAN. Mỗi mô đun LAN có 192 KB bộ nhớ và LMA (LAN Modul ASIC). LMA điều khiển việc đệm số liệu truy nhập vào khối chuyển mạch và điều khiển việc gửi số liệu tới LAN đích.

Phần ghép nối với các mô đun mở rộng gồm có:

1. HSA (High speed ASIC) được dùng chung cho các mô đun tốc độ cao 100 Mbit/s và ATM 155 Mbit/s như một giao diện cho phép số liệu từ các mô đun này có thể truy nhập cơ cấu chuyển mạch.
2. Khối 'Standard Fat Pipe ASIC' thực hiện các xử lý riêng tương ứng với từng loại cấu hình như Fast Ethernet hay ATM.

Khối CPU ASIC điều khiển truy nhập vào vi xử lý trung tâm Intel i960

Thành phần cuối cùng là vi xử lý trung tâm Intel i960 là một bộ vi xử lý mạnh có cấu trúc RICS.

AXIS bus và bộ phân xét

AXIS bus là một bus 32 bit hoạt động với tần số nhịp 32,5 MHz. Dải thông của AXIS bus là 480 Mbit/s. Tất cả các mô đun của Catalyst 3016 gồm cả 16

mô đun LAN 10BaseT và các mô đun mở rộng tốc độ cao đều nối với AXIS bus. AXIS bus là một bus dồn kênh và phân chia theo thời gian dùng để chuyển mạch giữa các mô đun LAN khác loại như 10BaseT, 100BaseT, 100BaseX, ATM...

Bộ phân xét (arbiter) là một vi mạch ASIC riêng biệt làm nhiệm vụ xử lý và trả lời các yêu cầu truy nhập của các mô đun với các mức ưu tiên xác định theo một cơ chế quay vòng. Nó phân loại các yêu cầu truy nhập bus và gán quyền cho các LMA phát số liệu trên bus.

Mô đun LMA

Mỗi cổng của Catalyst 3016 được gọi là một mô đun LAN. Trên cổng 10 Mbit/s, chứa một LMA và 192KB bộ nhớ để đệm cho các gói số liệu nhận và gửi. LMA cũng có logic điều khiển xếp hàng các gói và nhận biết các gói hỏng để loại bỏ. Một ưu điểm đặc biệt của Catalyst 3016 là mỗi cổng đều giữ một bảng địa chỉ chứa các địa chỉ gửi và nhận, do đó các cổng tự quyết định địa chỉ gửi cho các gói, không cần tham khảo bảng địa chỉ trung tâm như nhiều loại switch khác, làm giảm nguy cơ quá tải của vi xử lý trung tâm.

Mô đun HSA

Chức năng của mô đun HSA tương tự như mô đun LMA. Nó là một giao diện bên trong giữa cơ cấu chuyển mạch của Catalyst 3016 và các mô đun cao tốc như Fast Ethernet, ATM, FDDI/CDDI. Nó cũng làm chức năng giao diện giữa hai switch Catalyst 3016 hoặc giữa 3016 và ma trận chuyển mạch chung.

Mô đun xử lý trung tâm (CPU)

Mô đun này gồm có khối CPA (CPU ASIC) và bộ vi xử lý Intel i960SA. Khối này gồm một số thành phần làm nhiệm vụ giao diện giữa vi xử lý Intel i960SA với AXIS bus và bộ phân xét, bộ quản lý vùng đệm (quản lý việc đệm số liệu với mô đun CPU) và bộ nhớ của mô đun CPU.

Mô đun mở rộng ATM Catalyst 3000

Các đặc tính kỹ thuật:

Mô phỏng LAN:

- Với phần mềm version mới 2.1 hỗ trợ đầy đủ mô phỏng LAN theo chuẩn LANE 1.0 của ATM Forum bao gồm LEC/LECS/LES/BUS. Với phần mềm version 1.3 chỉ hỗ trợ LEC.
- Hỗ trợ tối đa 64 LAN mô phỏng (ELAN).
- Hoàn toàn tương thích với các chuẩn và chỉ tiêu kỹ thuật của ATM Forum như UNI 3.0 và 3.1, LANE 1.0, ILMI....
- Hỗ trợ SSRP cung cấp thừa LES và LECS để tăng khả năng chịu lỗi của LAN mô phỏng. (Xem thêm mục khả năng chịu lỗi của LAN mô phỏng)

Chuyển đổi khung - tế bào:

- Sử dụng AAL5
- Số kênh ảo (VCC) tối đa: 1912 kênh phát và 1912 kênh thu
- Hỗ trợ đồng thời 472 quá trình dỡ gói

Kích thước bộ đệm:

Dung lượng bộ đệm rất lớn cho phép quản lý lưu thông hiệu quả. Bộ đệm vào 1 MB và đệm ra 512 KB.

Các giao diện:

Giao diện quang OC-3 155 Mbit/s.

Giao diện vật lý: giao diện ghép nối SC song công, cáp quang đa mode 62.5/125 μ m bước sóng 1300 nm, giắc cái SC.

5.1.2. Phương pháp kết nối dùng router

Như đã đề cập ở chương 2, router là thiết bị hoạt động tại lớp mạng - lớp thứ 3 trong mô hình OSI. Router làm chức năng kết nối giữa các LAN có kiểu khác nhau hoặc giữa LAN và WAN (ví dụ giữa Ethernet và mạng X25). Có một số lý do để thay thế bridge bằng router như sau:

- Router có khả năng xử lý cao cấp các gói, (ví dụ đọc địa chỉ mạng nơi đến) trong khi bridge chỉ có thể đọc địa chỉ MAC.
- Router là thiết bị cần thiết khi trên môi trường liên mạng tồn tại nhiều giao thức cùng hoạt động song song như IPX/SPX và TCP/IP... Khi đó router có khả năng giới hạn những gói có cùng kiểu giao thức chỉ được lưu thông trong những khu vực mạng nhất định.
- Router có khả năng định tuyến một cách tối ưu, do đó làm tăng tốc độ hoạt động của mạng. Mỗi router đều cập nhật được cấu hình của mạng và dễ dàng chọn đường đi tốt nhất cho các gói số liệu trên liên mạng.
- Vì có khả năng xử lý và lọc cao cấp các gói số liệu nên vai trò của router rất quan trọng khi mạng sử dụng các đường truyền số liệu thuê bao (leased-line) tốc độ thấp với giá cao.

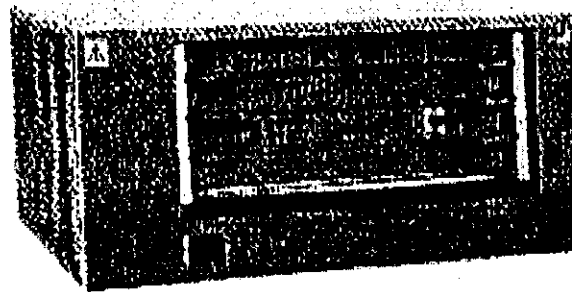
Router có hai loại là router đơn giao thức và router đa giao thức. Router đơn giao thức chỉ có thể xử lý các gói thuộc một kiểu giao thức xác định như TCP/IP hay SPX/IPX, phổ biến nhất là hai loại IP router và IPX router. Router đa giao thức (multi protocol router) có thể xử lý các gói thuộc nhiều giao thức khác nhau. Để định tuyến cho các gói, router sử dụng các giao thức định tuyến như RIP (routing information protocol) cho IP và IPX, NLSP (Netware link service protocol), OSPF (Open shortest path first), OSI IS-IS (Open system interconnection intermediate system to intermediate system), Apple RTMP

(routing table maintenance protocol)..... Các giao thức này không những được dùng trong các thiết bị router mà còn được dùng trong các phần mềm routing.

Nhược điểm của router là tốc độ chậm (do phải thực hiện nhiều thao tác xử lý các gói dữ liệu) và giá thành cao.

Hiện nay, cùng với sự phát triển nhanh của LAN, các thiết bị bridge và switch dần dần thay thế router trong việc kết nối LAN - LAN. Router chỉ còn được sử dụng chủ yếu để kết nối LAN - WAN.

Ví dụ về thiết bị router dùng cho kết nối Ethernet LAN và ATM LAN là họ router DECNIS 500/600 của hãng Digital. Thiết bị này thuộc loại đa giao thức hỗ trợ việc kết nối giữa nhiều loại LAN và WAN qua các mô đun giao diện mạng. Ví dụ mô đun DEC ATM controller 631, DEC LAN controller 601.... Hình là hình thiết bị router DECNIS 500/600 của hãng Digital có khả năng kết nối LAN và ATM LAN.



Hình 5.3: Thiết bị Router DECNIS 500 của hãng Digital

5.2. Phương pháp kết nối dùng phần mềm

5.2.1. Kết nối bằng Windows NT

❖ Các khái niệm cơ bản về TCP/IP

Mở đầu:

TCP/IP là giao thức được sử dụng với mục đích kết nối các máy tính có cấu trúc phần cứng và phần mềm khác nhau để chúng có thể trao đổi dữ liệu và liên lạc với nhau, tạo nên mạng máy tính phạm vi rộng (toàn cầu) được gọi bằng thuật ngữ internetwork. Do đó, nó chính là nền tảng của mạng máy tính toàn cầu Internet. Giao thức này gồm có 2 thành phần chính là TCP (transmission control protocol) và IP (internet protocol). Ba khái niệm quan trọng nhất của TCP/IP là địa chỉ IP, mặt nạ (subnet mask) và cổng mặc định (default gateway).

Khái niệm về địa chỉ IP:

Để phân biệt các máy tính trong mạng toàn cầu, người ta gán cho mỗi máy tính một địa chỉ xác định, gọi là địa chỉ IP. Địa chỉ IP dài 32 bit (4 octet) chia làm 2 phần: địa chỉ mạng (network id) và địa chỉ máy (host id). Tùy theo cỡ mạng lớn hay nhỏ mà người ta chia các mạng ra 3 loại: A, B, C và 2 dạng địa chỉ đặc biệt loại D và E.

Hình 5.4 mô tả khuôn dạng các kiểu địa chỉ loại A, B, C, D, E.

Trong ba kiểu mạng A, B, C thì mạng kiểu A là loại mạng rất lớn, có thể có tới 2^{24} máy (tức là hơn 16.7 triệu máy) nhưng chỉ có tối đa 126 mạng loại A, khuôn dạng này có 7 bit địa chỉ mạng và 24 bit địa chỉ máy. Mạng loại B là mạng loại vừa, có thể tồn tại 16384 mạng loại này với tối đa 65536 máy trên 1 mạng. Mạng loại C là mạng loại nhỏ, có thể tồn tại hơn 2 triệu mạng loại này với tối đa 254 máy trong một mạng. Để thuận tiện cho việc sử dụng, người ta chia 32 bit nhị phân của địa chỉ IP thành 4 octet và dịch mỗi octet này thành số thập phân từ 0 đến 255, ngăn cách với nhau bằng một dấu chấm, thí dụ 200.23.2.177. Như vậy, theo qui tắc nói trên thì mạng loại A, B, C có thể phân biệt bằng con số thập phân đầu tiên:

Bit	0	1	2	3	4	8	16	24	31	
Loại A	0	Địa chỉ mạng				Địa chỉ máy				
Loại B	1	0	Địa chỉ mạng				Địa chỉ máy			
Loại C	1	1	0	Địa chỉ mạng				Địa chỉ máy		
Loại D	1	1	1	0	Địa chỉ quảng bá					
Loại E	1	1	1	1	0	Địa chỉ dành cho tương lai				

Hình 5.4: Năm khuôn dạng của địa chỉ IP

- Từ 1 đến 126: mạng loại A
- Từ 128 đến 191: mạng loại B
- Từ 192 đến 223: mạng loại C

Để phân biệt giữa địa chỉ mạng và địa chỉ máy trong các loại mạng khác nhau, người ta đưa ra khái niệm mặt nạ (subnet mask). Khi các máy tính chạy

giao thức TCP/IP liên lạc với nhau, thì mặt nạ sẽ được dùng để phân biệt xem các máy đó có ở trên cùng một mạng hay không. Mặt nạ bao gồm các chữ số 1 nhị phân liền nhau và các chữ số 0 liền nhau, ở dạng thập phân mặt nạ có dạng như sau:

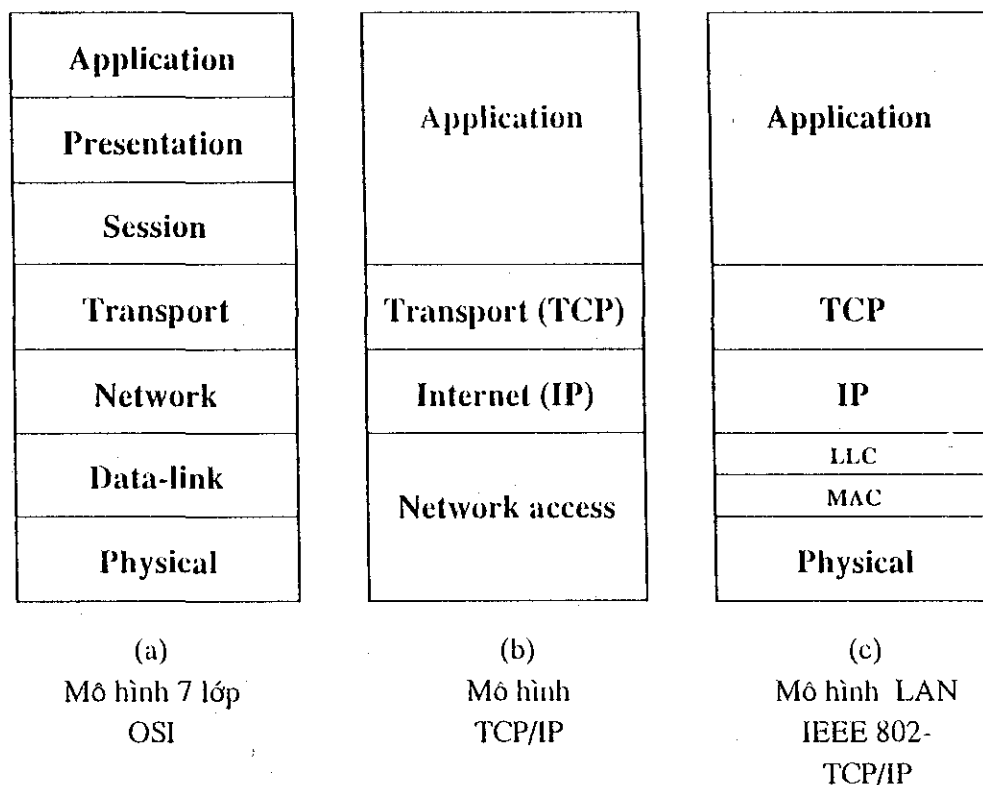
- Với mạng loại A, mặt nạ là 255.0.0.0
- Với mạng loại B, mặt nạ là 255.255.0.0
- Với mạng loại C, mặt nạ là 255.255.255.0

Nói một cách chi tiết hơn, mặt nạ cho ta biết số bit giống nhau cần thiết giữa 2 máy để quyết định là chúng cùng nằm trên một mạng. Thí dụ, với 3 máy có địa chỉ IP là: máy1- 200.100.5.50 ; máy2- 200.100.5.199 ; máy 3- 200.100.8.51 và cùng có mặt nạ là 255.255.255.0. Như vậy, thật ra mặt nạ gồm 24 bit 1 liền nhau theo sau là 8 bit 0, có nghĩa là cần xem xét 24 bit đầu tiên (tức là 3 con số thập phân đầu) của địa chỉ IP, nếu 24 bit đó giống nhau có nghĩa là các máy trên cùng 1 mạng. Trong ví dụ vừa nêu, máy 1 và 2 cùng thuộc một mạng vì có 3 con số đầu cùng là 200.100.5, còn máy 3 có 3 con số là 200.100.8 thì thuộc mạng khác.

Khái niệm quan trọng thứ 3 là cổng mặc định hay default gateway. Để liên lạc giữa các mạng với nhau cần phải thông qua thiết bị router. Đối với máy trong một mạng thì router cho phép máy đó nối với các mạng khác được coi là gateway và địa chỉ của nó là địa chỉ cổng mặc định hay địa chỉ default gateway. Nếu không có địa chỉ này thì máy đó chỉ có thể liên lạc được với các máy khác trong cùng một mạng mà thôi.

Mô hình TCP/IP:

Phần trên đã đề cập đến mô hình 7 lớp của OSI và mô hình LAN của uỷ ban IEEE 802. Hình sẽ đưa ra mô hình TCP/IP và so sánh với các mô hình nêu trên.



Hình 5.5: Mô hình TCP/IP và các mô hình có liên quan

Như ta thấy trên hình vẽ, giao thức TCP nằm ở lớp vận chuyển (transport). Nó có các chức năng điều khiển quá trình truyền số liệu như điều khiển luồng, điều khiển lỗi... Còn giao thức IP nằm ở lớp mạng (network), do đó nó có chức năng xác định địa chỉ mạng và định tuyến cho các gói IP (IP packet) trên các mạng.

Giao thức TCP

Giao thức TCP (transmission control protocol) là một giao thức nằm ở lớp vận chuyển có nhiệm vụ điều khiển quá trình vận chuyển số liệu, giúp cho các máy tính có thể trao đổi số liệu song công với nhau theo kiểu hướng liên kết (connection oriented). Giao thức này cũng cung cấp các tính năng điều khiển lỗi và điều khiển luồng.

Giao thức TCP điều khiển lỗi và điều khiển luồng nhờ vào cơ cấu cửa sổ trượt (sliding window). Nguyên tắc này được mô tả như sau:

Mỗi byte (hay octet) được phát đi đều có một số thứ tự xác định, cả bên phát và bên thu đều lưu các byte này trong các bộ đệm và quản lý các số thứ tự (sequence number - SN) của các byte thu và phát. Ở bên phát, các byte chuẩn bị được phát sẽ được lưu trong một cửa sổ trượt và ở bên thu, các byte sắp được thu cũng được dành cho một cửa sổ trượt như vậy. Bên thu sẽ trả lời bên phát sau khi

nhận được số liệu bằng một thông điệp có dạng (SN i, Wj) với ý nghĩa là:

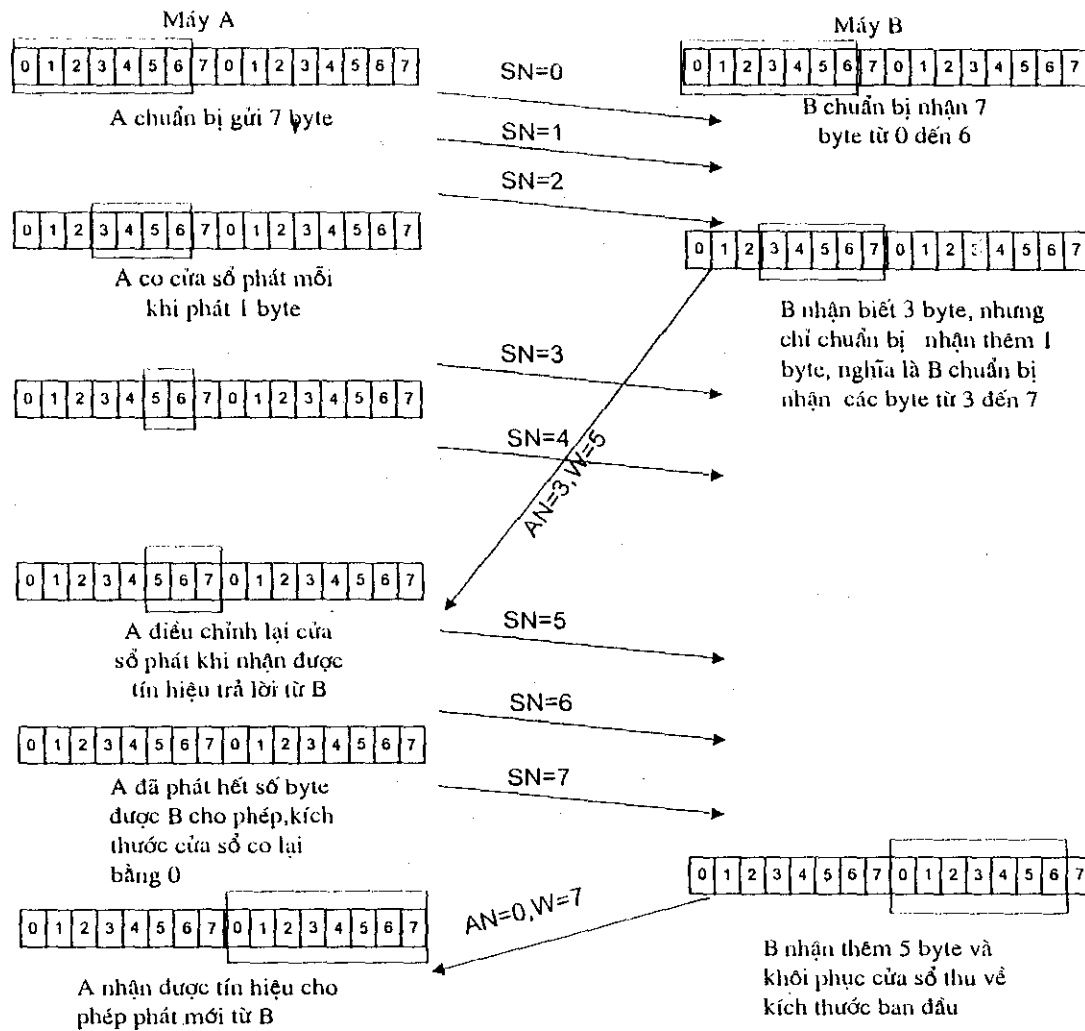
- Tất cả các byte số thứ tự đến SN i-1 đã được nhận và bên thu đang chờ byte thứ i.
- Bên phát được quyền mở rộng cửa sổ trượt (window - W) thêm j byte để phát tiếp các byte tương ứng có số thứ tự từ i đến i+j -1.

Hình Hình 5.6 sẽ mô tả cơ cấu này.

Trong hình vẽ, quá trình xảy ra lần lượt như sau:

- Các byte được đánh số theo mô đun 8, có nghĩa là từ 0 đến 7.
- Lúc đầu, A được quyền phát 7 byte và B chuẩn bị nhận 7 byte từ 0 đến 6
- Mỗi khi phát 1 byte thì A co cửa sổ lại, do đó sau khi phát các byte 0,1,2 thì kích thước cửa sổ co lại còn 4
- B nhận được các byte này và phát trả tín hiệu nhận biết các byte 0,1,2 và gửi tín hiệu cho phép phát 5 byte, như vậy có nghĩa là A được phát các byte từ 3 đến 7
- Tại thời điểm này, thực tế A đã phát thêm 2 byte số 3,4 do đó A chỉ giãn cửa sổ thêm 1 byte (sẽ tiếp tục phát các byte 5,6,7).

Tóm lại, A co lề trước của cửa sổ mỗi khi phát và đẩy lề sau của cửa sổ lên khi nhận được quyền cho phép từ phía B.



Hình 5.6: Cơ cấu cửa sổ trượt của giao thức TCP

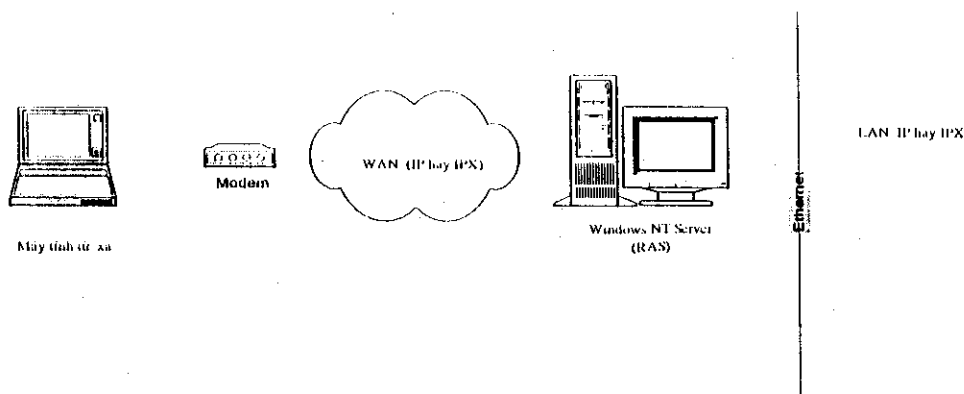
❖ Khả năng của hệ điều hành Windows NT

Hệ điều hành Windows NT của Microsoft là một hệ điều hành mạng có nhiều triển vọng đã được hãng Microsoft phát triển từ nhiều năm nay qua các version 3.1, 3.51, 4.0 và sắp tới là 5.0 với các bản dành cho Workstation và Server.

Một đặc điểm quan trọng của hệ điều hành này là nó có thể tích hợp nhiều giao thức khác nhau như TCP/IP, IPX/SPX, NETBeui,.. cho phép các máy tính chạy các hệ điều hành mạng khác và các giao thức khác có thể liên lạc được với các máy chạy Windows NT. Trong số các giao thức kể trên thì các giao thức TCP/IP và IPX/SPX có khả năng định tuyến (routing).

Hãng Microsoft đã xây dựng nên các mô đun phần mềm để giúp cho các máy tính chạy hệ điều hành Windows NT có thể làm chức năng của một router để kết nối giữa mạng LAN và WAN hoặc giữa LAN và LAN.

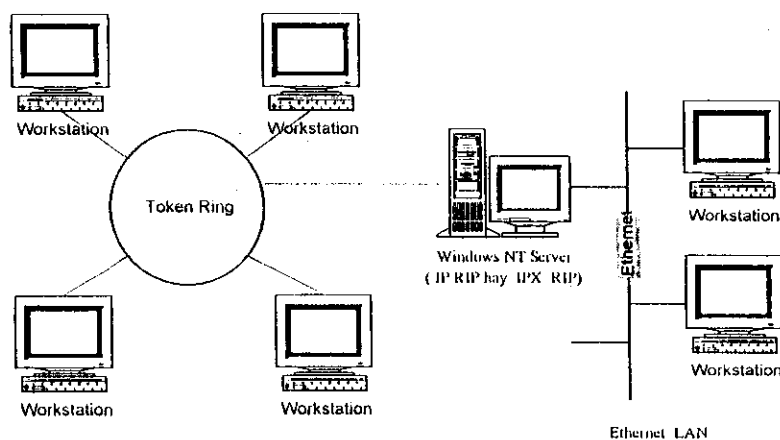
Hình 5.7 mô tả khả năng của Windows NT Server làm chức năng router giữa LAN và WAN:



Hình 5.7: Windows NT Server làm chức năng LAN - WAN router

Trong hình vẽ này, một máy tính chạy hệ điều hành Windows NT Server với mô đun phần mềm RAS (remote access server) ; một card mạng để liên lạc với mạng LAN và một modem để liên lạc với mạng WAN (chạy giao thức IP hay IPX) sẽ làm nhiệm vụ của router, cho phép các máy trên LAN có thể nối với mạng WAN, ví dụ mạng Internet và ngược lại các máy tính ở xa có thể truy nhập LAN qua modem.

Hình 5.8 mô tả khả năng của Windows NT Server làm chức năng router giữa LAN và LAN:



Hình 5.8: Windows NT Server làm chức năng LAN - LAN router

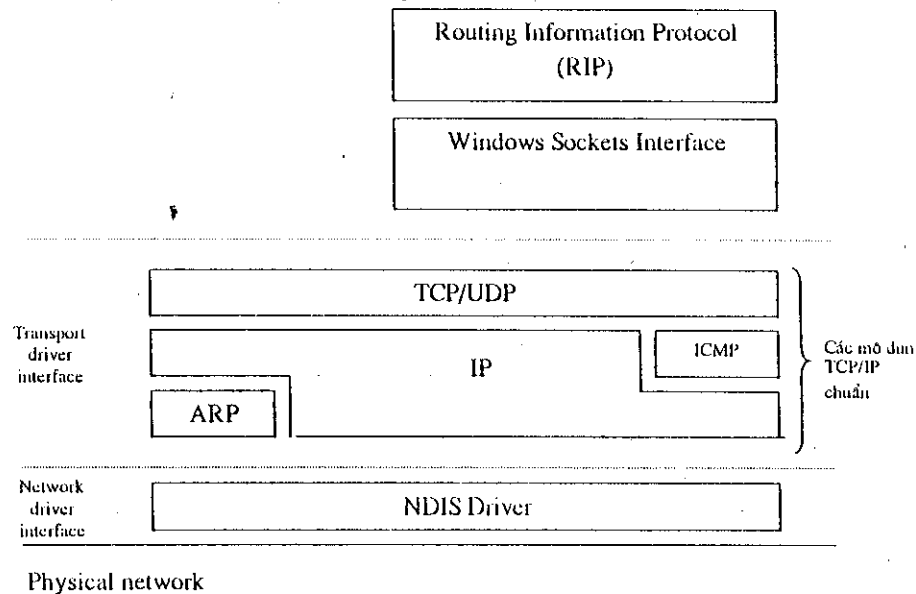
Trong hình vẽ này, Windows NT Server chạy mô đun phần mềm routing như RIP cho IP hay IPX cùng với 2 card mạng Ethernet và Token ring sẽ làm nhiệm vụ kết nối 2 mạng LAN thuộc 2 loại khác nhau với chức năng của router nối giữa LAN và LAN.

❖ *Mô hình TCP/IP trong Windows NT của MICROSOFT*

Giao thức TCP/IP trong Windows NT bao gồm nhiều mô đun phần mềm, các mô đun cơ bản nhất được trình bày trong hình 5.9

Các mô đun này gồm có:

- Routing Information Protocol thường gọi tắt là RIP là mô đun làm chức năng định tuyến (routing).
- Windows Sockets Interface thường gọi là Winsock là một mô đun giao diện giúp cho nhiều ứng dụng mạng có thể cùng chạy một lúc trên nền TCP/IP.
- TCP là mô đun giao thức điều khiển lỗi và điều khiển luồng.
- UDP (User datagram protocol) là mô đun giao thức có nhiệm vụ cung cấp các dịch vụ mạng hướng không liên kết, nó không có khả năng điều khiển lỗi và điều khiển luồng như TCP và thường đi thành cặp với giao thức TCP.
- IP là mô đun xác định địa chỉ trên mạng..
- ARP (address resolution protocol) là một giao thức quan trọng làm nhiệm vụ ánh xạ giữa địa chỉ IP và địa chỉ Ethernet (địa chỉ MAC).
- ICMP (internet control message protocol) là một giao thức có tác dụng xác định lỗi và tạo ra các thông báo lỗi cho các máy trên mạng.
- NDIS (Network driver interface specification) là mô đun giao diện giữa các giao thức mạng như TCP/IP, IPX/SPX, NetBeui.. với trình điều khiển phần cứng card mạng.

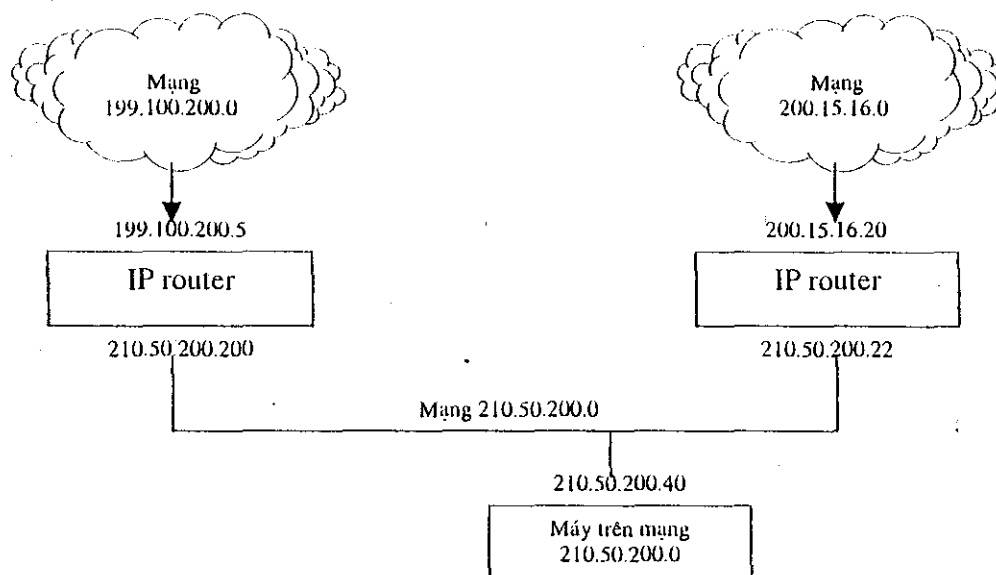


Hình 5.9: Mô hình TCP/IP trong Windows NT của Microsoft

❖ IP routing

Cũng như một router phần cứng thông thường, muốn thực hiện được chức năng của router, Windows NT Server cũng phải duy trì một bảng chứa các thông tin về địa chỉ các mạng xung quanh và các đường dẫn trên mạng cho phép nó kết nối với các mạng đó. Bảng này gọi là routing table.

Giả sử tồn tại một liên mạng bao gồm các mạng con (subnet) và 2 IP router như hình 5.10:



Hình 5.10: Một ví dụ về liên mạng TCP/IP với 2 IP router

Liên mạng trên bao gồm 3 mạng con nối với nhau qua 2 IP router. Mỗi router này có 2 card mạng nằm trên 2 mạng con mà chúng cần kết nối.

Trong các máy workstation chạy hệ điều hành Windows NT Workstation, Windows for workgroup, Windows 95 có sử dụng giao thức TCP/IP, có thể xem nội dung bảng routing bằng lệnh route print. Khi đó, nội dung bảng routing của máy có địa chỉ IP 210.50.200.40 sẽ hiện lên như sau:

Bảng 5.1: Nội dung bảng routing

Network address	Netmask	Gateway address	Interface	Metric
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1	1
199.100.200.0	255.255.255.0	210.50.200.200	210.50.200.40	2
200.15.16.0	255.255.255.0	210.50.200.22	210.50.200.40	2
210.50.200.0	255.255.255.0	210.50.200.40	210.50.200.40	1
210.50.200.40	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1	1
210.50.200.255	255.255.255.255	210.50.200.40	210.50.200.40	1
224.0.0.0	224.0.0.0	210.50.200.40	210.50.200.40	1
255.255.255.255	255.255.255.255	210.50.200.40	210.50.200.40	1

Để hiểu nội dung bảng này, cần biết thêm một số qui ước về địa chỉ IP như sau

- Các địa chỉ với toàn số 0 ở phần host id, ví dụ 200.50.200.0 (với mạng loại C) chỉ toàn bộ mạng con (subnet).
- Các địa chỉ với toàn số 1 ở phần host id, ví dụ 200.50.200.255 (với mạng loại C) là địa chỉ quảng bá (broadcast address) trên mạng con.
- Địa chỉ 127.0.0.1 là địa chỉ loop back, nghĩa là địa chỉ ứng với bản thân máy.

Các cột trong bảng có ý nghĩa như sau:

Hai cột đầu Network address và Netmask là địa chỉ của mạng con và mặt nạ của chúng, nơi đến của các gói IP xuất phát từ máy cục bộ.

Gateway address là địa chỉ của cổng mặc định mà gói phải đi qua để đến được nơi đã định.

Interface là địa chỉ IP của card mạng trong máy để giao diện với bên ngoài.

Metric là số quãng cách (hop) mà gói phải đi qua để đến được nơi đã định, ví dụ: nếu gói không phải đi qua router nào (nơi đến cùng nằm trên mạng con với máy cục bộ) thì metric =1; nếu gói phải qua 1 router thì metric =2..

Như vậy có thể giải thích nội dung của bảng này như sau:

Dòng thứ nhất là đường đi cho gói chạy trong bản thân máy (dùng địa chỉ loop back).

Dòng thứ hai xác định đường đi cho các gói đến mạng có địa chỉ 199.100.200.0, chúng phải đi qua cổng mặc định là card mạng có địa chỉ 210.50.200.200 của IP router. Vì phải đi qua router nên thông số metric =2.

Dòng thứ ba cũng tương tự, nó xác định đường đi cho gói đến mạng con 200.15.16.0, chúng phải đi qua cổng mặc định là 200.50.200.22 và qua 1 router.

Dòng thứ tư xác định đường đi cho gói đến các máy trong mạng nội bộ, chúng phải đi qua cổng mặc định chính là card trên máy có địa chỉ 210.50.200.40 và không qua router nên thông số metric =1.

Dòng thứ năm xác định đường đi cho các gói đi đến địa chỉ card của máy cục bộ.

Dòng thứ sáu xác định đường đi cho các gói có địa chỉ quảng bá trên mạng con cục bộ.

Dòng thứ bảy xác định đường đi cho các gói có địa chỉ đa phân phát (multicast address). Địa chỉ này được qui định là 224.0.0.0.

Dòng thứ tám xác định đường đi cho các gói có địa chỉ quảng bá trên mạng nói chung.

❖ **Định tuyến tĩnh và định tuyến động**

Định tuyến tĩnh (Static routing)

Nội dung của bảng routing mô tả ở trên có thể thay đổi bằng lệnh route add, route delete và route change. Riêng lệnh route add cho phép thêm vào bảng các tuyến mới cho các gói IP. Khuôn dạng của lệnh này như sau:

Route add [địa chỉ nơi đến][mặt nạ][địa chỉ cổng mặc định]

Thực tế, khi một máy tính chạy giao thức TCP/IP và nối mạng thì bảng routing chỉ có một số dòng do máy tự động thêm vào, do đó lúc đầu nó chưa thể liên lạc với các máy khác không cùng nằm trên một mạng con. Muốn liên lạc được cần phải thêm vào bảng routing các dòng thông số.

Ví dụ muốn cho máy có thể liên lạc với mạng có địa chỉ 199.100.200.0, cần thêm một dòng vào bảng routing bằng cách đánh dòng lệnh sau:

Route add 199.100.200.0 255.255.255.0 210.50.200.200

Phương pháp thêm các thông số vào bảng kể trên gọi là phương pháp định tuyến tĩnh (static routing). Phương pháp này trở nên rất phức tạp khi số router và số máy tăng lên. Hơn nữa, khi cấu trúc mạng thay đổi, ví dụ khi có thêm router nối vào mạng hoặc có router bị ngắt khỏi mạng thì các bảng routing của các máy không thể tự cập nhật những sự thay đổi này.

Định tuyến động (Dynamic routing)

Phương pháp này khắc phục những hạn chế của phương pháp tĩnh nói trên. Với phương pháp này, mỗi trạm làm việc sẽ lấy thông tin định tuyến từ router gần nhất để tự động cập nhật thông tin trong bảng routing của nó, như vậy không cần xây dựng bảng bằng tay và thông tin trong bảng luôn phù hợp với cấu hình thực của mạng. Các router nói trên phải chạy một giao thức làm nhiệm vụ xác định cấu hình mạng và định tuyến.

RIP (routing information protocol) là một trong những giao thức như vậy. Các router chạy RIP sẽ đều đặn phát quảng bá bảng routing của nó khoảng 2 lần một phút. Bất kỳ trạm làm việc nào chạy phần mềm RIP sẽ nghe thấy thông tin này và tự động lấy thông tin để cập nhật cho bảng routing của riêng nó.

Phần mềm RIP đi kèm theo gói phần mềm hệ điều hành Windows NT Server và Windows NT Workstation 4.0.

❖ **Kết nối ATM LAN và Ethernet LAN qua Windows NT Server**

Như các phần trên đã nêu, có thể rút ra kết luận là ATM LAN với dịch vụ LAN Mô phỏng hầu như không khác gì LAN Ethernet thông thường khi nhìn trên quan điểm của các ứng dụng lớp cao ví dụ như các ứng dụng chạy giao thức TCP/IP. Do đó, hoàn toàn có khả năng kết nối ATM LAN và Ethernet LAN bằng một máy tính thông thường chạy Windows NT Server hay Windows NT

Workstation cùng với phần mềm IP routing như RIP chẳng hạn.

Mô hình giao thức kết nối 2 mạng được mô tả trên hình 5.11.

Nếu không dùng phương pháp định tuyến động (dùng RIP) thì có thể dùng phương pháp định tuyến tĩnh, bằng cách sửa bảng routing như đã đề cập ở trên.

Sau khi đã định tuyến bằng phương pháp tĩnh hoặc phương pháp động, phải kiểm tra xem các gói có khả năng đến được các địa chỉ mạng con mong muốn hay không bằng cách dùng lệnh ping. Ping là một tiện ích rất quan trọng của LAN TCP/IP cho phép theo dõi khả năng định tuyến và kiểm tra tình trạng hoạt động của mạng, dạng thức của lệnh này như sau:

ping [địa chỉ IP nơi đến] - ví dụ ping 200.199.100.2, lúc đó trên màn hình sẽ hiện ra đáp ứng sau:

"Pinging 200.199.100.2 with 32 bytes of data:"

Có vài trường hợp xảy ra. Nếu mạng hoạt động tốt và các gói số liệu đến đích thì có thông báo có dạng như sau:

Reply from 200.199.100.2: bytes = 32 time < 10 ms TTL = 32

Reply from 200.199.100.2: bytes = 32 time < 10 ms TTL = 32

Reply from 200.199.100.2: bytes = 32 time < 10 ms TTL = 32

Reply from 200.199.100.2: bytes = 32 time < 10 ms TTL = 32

Nếu các gói không đến được đích do nguyên nhân đặt sai cấu hình địa chỉ hay do nguyên nhân vật lý (ví dụ cáp mạng đứt) thì sẽ có thông báo:

Request time out

Request time out

Request time out

Request time out

hoặc một thông báo lỗi khác:

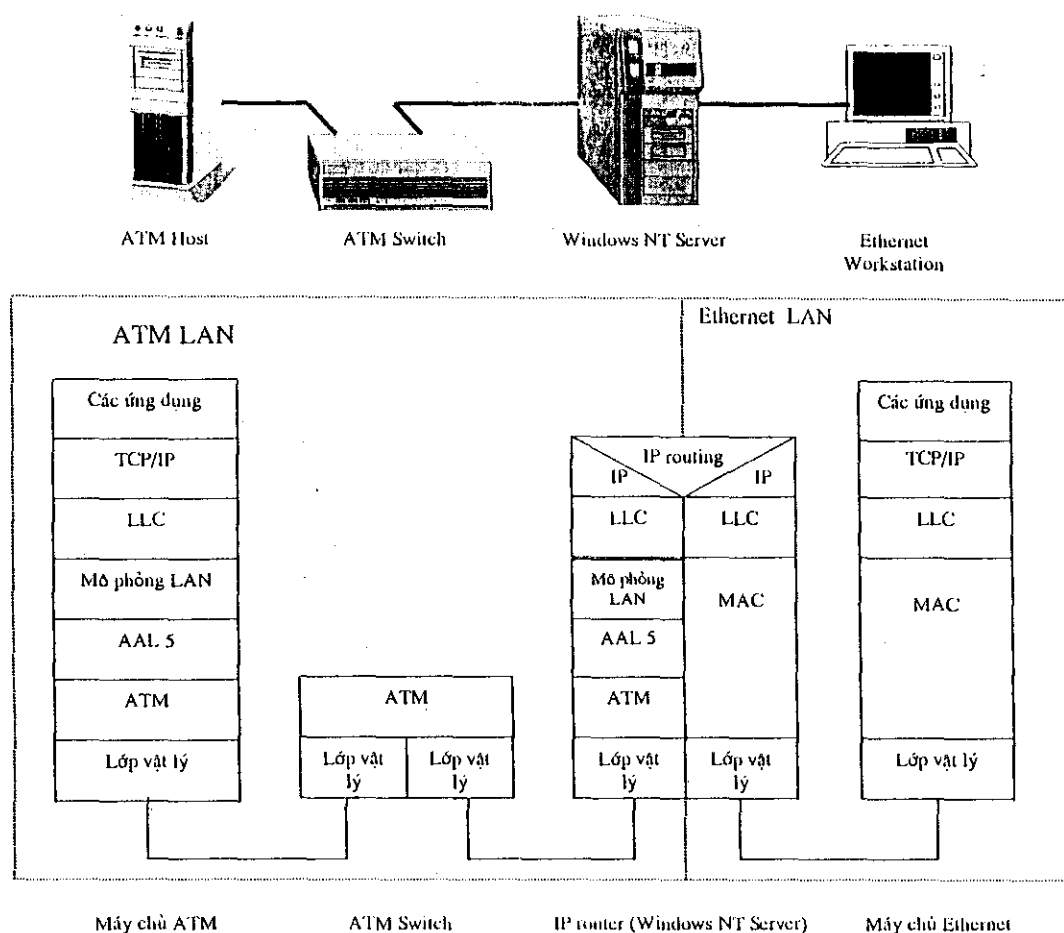
Destination host is unreachable

Destination host is unreachable

Destination host is unreachable

Destination host is unreachable

Trong trường hợp lệnh ping báo lỗi thì cần kiểm tra lại cấu hình địa chỉ IP của mạng và các lỗi vật lý, ngoài ra có thể dùng một số lệnh tiện ích khác để kiểm tra việc ánh xạ địa chỉ MAC và địa chỉ IP, việc đặt tên của host..... Vì khuôn khổ hạn chế của cuốn sách nên các biện pháp kỹ thuật này không được trình bày ở đây.



Hình 5.11: Mô hình kết nối ATM LAN và Ethernet LAN

5.2.2. Kết nối bằng Novell Netware

Hệ điều hành Novell Netware có khả năng thay thế cho các thiết bị router và bridge rất hiệu quả. Hệ điều hành này hỗ trợ nhiều giao thức của nhiều nhà sản xuất khác nhau như IPX/SPX của Novell, TCP/IP, AppleTalk 1. Cũng như Windows NT, Novell Netware cũng cho phép kết nối LAN — LAN (cùng kiểu hoặc khác kiểu), và kết nối LAN — WAN.

Muốn dùng Netware Server làm bridge thì chỉ cần cài đặt hai hay nhiều card mạng trên Server, mỗi card mạng đó thuộc một mạng con loại Ethernet hay Token ring ... Việc cài đặt như trên giải quyết được các vấn đề sau:

1. Mở rộng phạm vi mạng hiện tại khi mạng này đã đạt tới chiều dài tối đa cho phép.
2. Giảm bớt lưu lượng khi số máy trên một mạng con tăng lên quá lớn, do đó tránh được tắc nghẽn.
3. Kết nối các mạng con khác loại như Ethernet và Token ring.

Tuy nhiên nếu lưu thông qua lại giữa các mạng con khá nhiều thì hoạt động

của Server có thể bị ảnh hưởng. Để giải quyết vấn đề này, hãng Novell đưa ra mô đun phần mềm Novell MPR (multiprotocol routing) có thể chạy trên Server hoặc một trạm làm việc bất kỳ có bộ vi xử lý 80386 hoặc mạnh hơn. Theo tài liệu của hãng Novell, thì phần mềm này có giá 995 USD³, rẻ hơn nhiều so với các thiết bị router thông thường. Phần mềm MPR viết dưới dạng NLM (Netware loadable modul) cho phép truyền các gói dưới dạng IPX/SPX, TCP/IP, AppleTalk, Novell Netbios qua các mạng con Ethernet, Token ring, Arcnet, AppleTalk. Nó cũng cho phép khả năng kết nối với WAN qua đường X25, hoặc T1.

5.3. So sánh và đánh giá các phương pháp kết nối

Trong các mục trên đã đề cập đến hai phương pháp kết nối ATM LAN với LAN thông thường. Trên cơ sở nghiên cứu bản chất của 2 phương pháp, có thể rút ra các đặc điểm sau:

Phương pháp kết nối mềm thực ra hoàn toàn tương tự như phương pháp kết nối bằng phần cứng router. Bản chất của phương pháp này là dùng máy tính thông thường chạy phần mềm routing. Máy tính thực hiện công việc này song song với các công việc khác trên nền một hệ điều hành đa nhiệm (như Windows NT). Do đó ngoài công việc làm router, máy còn có thể thực hiện các công việc khác. Nhưng sẽ tồn tại một thời gian trễ tiềm ẩn (latency time) đáng kể đối với dữ liệu từ LAN thường sang ATM LAN và ngược lại. Hơn nữa, khi lưu thông số liệu qua lại giữa 2 mạng tăng lên thì các chức năng khác của máy Server sẽ bị ảnh hưởng.

Phương pháp kết nối dùng phần cứng router thực chất là dùng một máy tính mạnh (thường dùng các bộ vi xử lý tốc độ cao, chuyên dụng) để xử lý các gói dữ liệu và tính toán định tuyến... Máy tính này để dành riêng cho công việc trên và hoàn toàn không tham gia vào các công việc tính toán khác trên mạng. Ngoài ra cấu trúc của máy được thiết kế chuyên dùng cho các xử lý này, với mục đích làm tăng tốc độ tối đa bằng cách sử dụng cấu trúc phần cứng đặc biệt (ví dụ các cấu trúc bus cao tốc, dùng các vi mạch ASIC để xử lý đơn giản, giảm bớt gánh nặng cho bộ vi xử lý, dùng cấu trúc đa xử lý....). Do vậy thời gian trễ tiềm ẩn (latency time) ít hơn so với phương pháp kết nối mềm nói trên. Về mặt giá thành thì thiết bị router với giao diện ATM có giá thành rất cao (khoảng trên 20.000USD)⁴.

Ngoài phương pháp kết nối dùng router thì còn có phương pháp dùng phần cứng nữa là dùng bridge hay switch (có bộ phận giao diện ATM). Do đặc điểm của bridge là chỉ xử lý đơn giản các khung ở lớp 2 nên khối lượng cần xử lý ít

³ Xem TLTK Novell Netware - The complete reference

⁴ Theo TLTK "Networked computing catalog - 1997"- Digital Equipment Corporation

hơn. Do đó thời gian trễ tiềm ẩn nhỏ hơn router nhưng thay vào đó, bridge lại không có khả năng tính toán định tuyến như router. Về mặt thiết bị, phương pháp này cũng đòi hỏi một thiết bị dành riêng (dedicated machine). Giá thành của các thiết bị Switch hay Bridge với giao diện ATM rẻ hơn router (khoảng trên 10.000 USD)⁵.

Một khía cạnh cần xem xét khi so sánh giữa phương pháp kết nối cứng và kết nối mềm là độ tin cậy. Độ tin cậy của các thiết bị router và switch (bridge) luôn cao hơn độ tin cậy của máy tính thông thường do các nguyên nhân sau:

Trừ người quản trị mạng và các nhân viên kỹ thuật, việc truy nhập thay đổi cấu hình của thiết bị phần cứng router và switch thường rất ít xảy ra và dễ dàng kiểm soát, do đó khả năng hỏng hóc phần mềm của thiết bị ít hơn nhiều so với máy tính thông thường. Tuy nhiên khi hỏng hóc xảy ra thì việc khắc phục tương đối khó khăn, cần sự tham gia của các chuyên gia kỹ thuật.

Các thiết bị router và switch được thiết kế để chạy liên tục (24/24 giờ), không có các thiết bị phụ như màn hình, bàn phím.... nên xác suất hỏng hóc phần cứng thấp hơn nhiều so với máy tính thông thường. Ngoài ra, hầu hết các thiết bị này được thiết kế để có khả năng chịu lỗi (fault tolerance) cao, ví dụ bằng cách áp dụng các cấu trúc phần cứng thừa (redundancy) để dự phòng khi có sự cố.

Đối với máy tính chạy phần mềm routing, có nhiều nguyên nhân có thể dẫn đến sự trục trặc của phần cứng cũng như phần mềm như sự truy nhập không được phép của người sử dụng, virus tin học...

Hiệu quả sử dụng băng thông của việc kết nối Ethernet LAN và ATM LAN cũng là một vấn đề quan trọng cần xem xét. Các LAN switch với giao diện ATM thường có 8, 10, 12, 16 cổng Ethernet 10 Mbit/s nối với một cổng ATM 155 Mbit/s, do đó các máy trên các mạng con Ethernet sử dụng băng thông rộng của ATM rất hiệu quả. Ngược lại, một máy tính làm chức năng router không thể cài đặt số card mạng lớn như vậy nên sử dụng băng thông 155 Mbit/s không hiệu quả. Tuy nhiên với tốc độ của các thiết bị ATM 25 Mbit/s thì điều này hoàn toàn chấp nhận được.

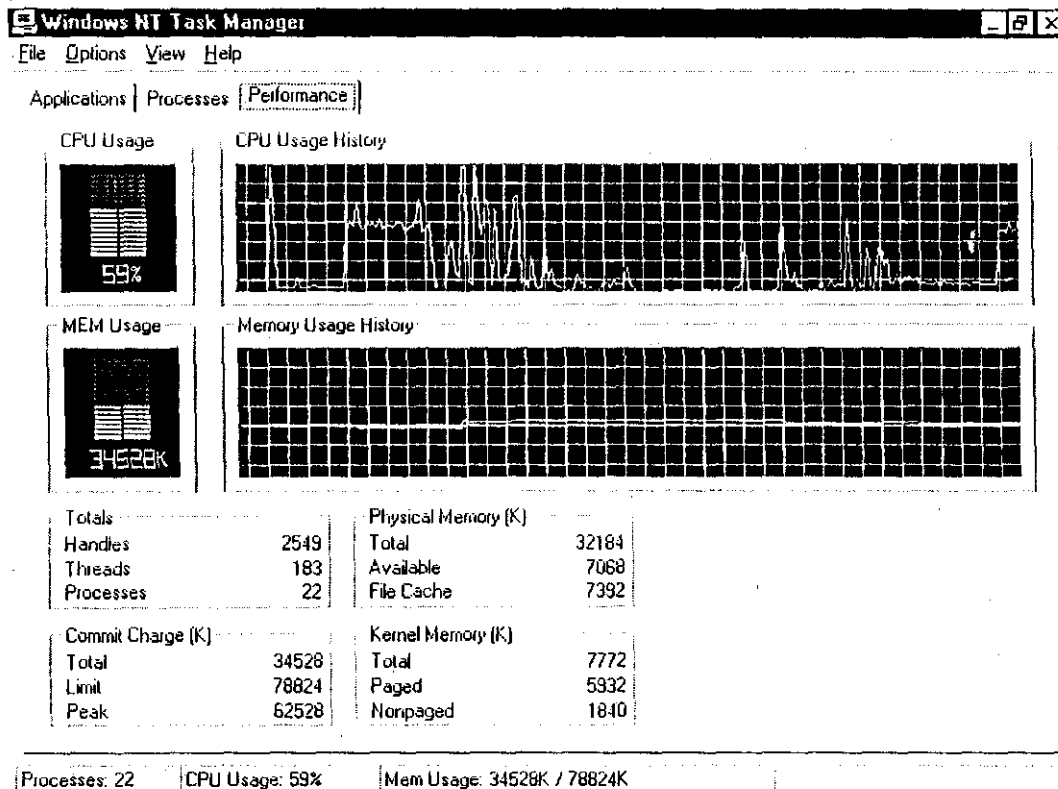
Để so sánh và đánh giá hoạt động của liên mạng kết nối bằng hai phương pháp dùng phần cứng và phần mềm có thể sử dụng các biện pháp sau:

- Dùng phần mềm hoặc phần cứng theo dõi hoạt động của mạng (network monitor, system monitor...) để xác định ảnh hưởng của lưu thông giữa các mạng con đến hoạt động của các máy làm chức năng router.

⁵ Theo báo giá của hãng Cisco Systems tháng 7/1997

- Dựa trên những số liệu trắc nghiệm về các thông số hoạt động của thiết bị router hoặc phần mềm routing có chức năng tương đương.

Ví dụ hình 5.12 là màn hình System monitor của Windows NT Server khi một máy trên Ethernet LAN thực hiện một ứng dụng truyền file (file transfer) chuyển các file có kích thước rất lớn sang ATM LAN.



Hình 5.12: Màn hình System monitor của NT Server làm nhiệm vụ router

Trên màn hình cho thấy tỉ lệ sử dụng bộ vi xử lý (CPU usage) tăng lên 59%, và lượng bộ nhớ sử dụng cũng tăng lên đến 34,5 MB. Trong trạng thái nghỉ, hoặc chỉ có lưu thông số liệu trong từng mạng con thì các chỉ số này tương ứng chỉ là 5- 20% và 10-30 MB.

Về việc so sánh giữa hoạt động của router cứng và phần mềm routing, hãng Novell đã đưa ra một vài số liệu sau:

Tốc độ của bridge và router được đánh giá bằng số gói chuyển qua lại giữa các mạng con trong 1 giây - pps (packet per second). Mạng Ethernet 10 Mbit/s có tốc độ là 14880 pps nếu kích thước một gói là 64 byte. Bridge có khả năng lọc 14400 pps và chuyển 10000 pps. Router có thể chuyển tải từ 8000 đến 15000 pps. Còn phần mềm routing Novell MPR chuyển được 3000 đến 4000 pps.

Cần nhắc các đặc điểm trên của các phương pháp, có thể rút ra kết luận sau:

- Đối với các mạng cỡ nhỏ và vừa trang bị các thiết bị đầu cuối ATM tương đối rẻ và khi số LAN cần kết nối với ATM LAN ít thì phương

pháp kết nối mềm là phương pháp thích hợp có hiệu quả kinh tế cao và đơn giản. Điều này có ý nghĩa quan trọng khi giá của các thiết bị ATM giảm và sự phổ biến ngày càng rộng rãi của các thiết bị ATM LAN về tiền tốc độ 25 Mbit/s.

- Đối với các mạng cỡ vừa và cỡ lớn trang bị các thiết bị đầu cuối ATM mạnh, đắt tiền, cần độ tin cậy và hiệu quả cao thì phương pháp kết nối sử dụng thiết bị router hay switch là phù hợp.

Đối với hai phương pháp kết nối mềm dùng Windows NT và Novell Netware, có thể rút ra sự so sánh như sau:

Hai phương pháp đều có đặc điểm chung là giá thành rẻ hơn so với phương pháp dùng phần cứng, ngoài ra, các phần mềm routing đều có thể chạy trên Server hoặc Workstation. Tuy nhiên, do tính chất khác nhau của hai hệ điều hành nên có một vài điểm khác biệt như sau:

Sau khi thực hiện việc kết nối, mỗi máy trong mạng Windows NT có thể sử dụng tất cả các tài nguyên được chia sẻ trên mạng nằm trên Server hay Workstation và tất cả các ứng dụng khác trên mạng.

Đối với mạng Novell Netware thì các máy trong liên mạng sau khi kết nối chỉ có thể dùng các ổ mạng nằm trên Server và dùng một số ứng dụng như gửi thông điệp, thư tín điện tử...

5.4. Tóm tắt

Chương này đi sâu vào các phương pháp kết nối Ethernet LAN và ATM LAN. Có hai phương pháp chính là phương pháp dùng thiết bị phần cứng router và phương pháp dùng phần mềm. Trong phương pháp dùng phần cứng có hai cách là dùng thiết bị switch hay bridge và cách dùng router. Phương pháp dùng phần mềm cũng có hai cách là dùng Windows NT hoặc Novell Netware. Một số lý thuyết cơ sở về TCP/IP và các mô hình giao thức được trình bày để làm rõ bản chất của phương pháp kết nối mềm. Cuối cùng tất cả các phương pháp đã đề cập được so sánh và đánh giá trên cơ sở tính kinh tế, khả năng hoạt động, độ tin cậy và một số chỉ tiêu khác.

6. PHƯƠNG PHÁP KẾT NỐI DÙNG PHẦN MỀM TẠI PHÒNG THÍ NGHIỆM ATM (ĐHKB HÀ NỘI)

6.1. Cơ sở lý thuyết của phương pháp kết nối

Cơ sở lý thuyết của phương pháp kết nối dùng phần mềm đã được trình bày ở chương trước. Quá trình tìm ra phương pháp này có thể tóm tắt trong các giai đoạn như sau:

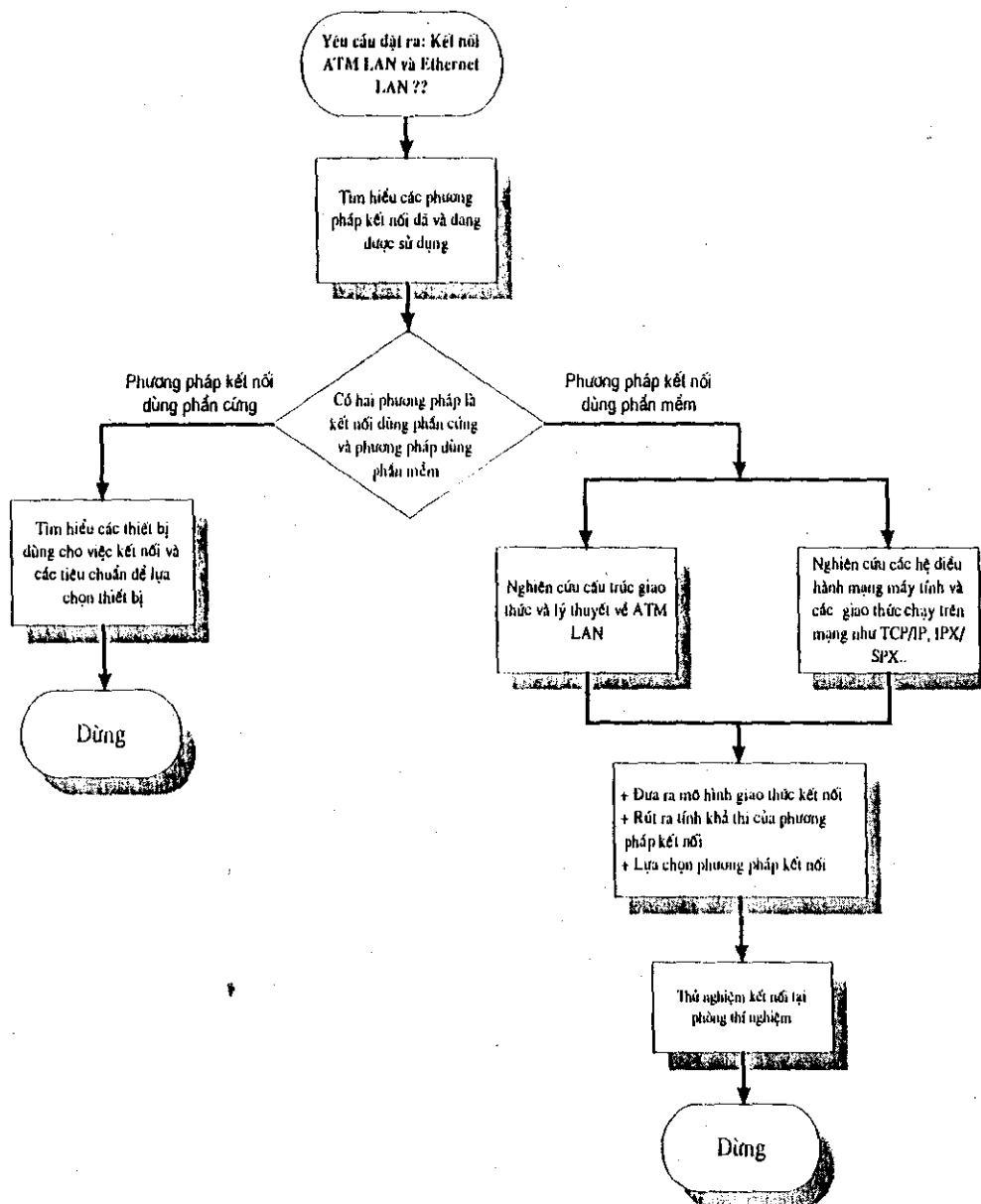
- Xuất phát từ yêu cầu cụ thể đặt ra là kết nối ATM LAN và LAN hiện hữu tại phòng thí nghiệm ATM để khai thác khả năng của các máy tính mạnh trên mạng ATM, tạo thành một liên mạng thống nhất.
- Tìm hiểu các phương pháp kết nối thông dụng đã và đang được sử dụng. Phương pháp hay được sử dụng nhất là dùng thiết bị Switch hay Router, tuy nhiên do khả năng mua thiết bị là rất khó khăn (do kinh phí có hạn) nên phương án này tạm thời là không khả thi. Phương pháp dùng phần mềm được đề cập trong một số tài liệu nhưng chưa có một tài liệu nào đề cập đến một cấu hình kết nối cụ thể giữa ATM LAN và LAN.
- Nghiên cứu cấu trúc giao thức của ATM LAN đồng thời với việc tìm hiểu về các khả năng của các hệ điều hành mạng và cấu trúc giao thức trong mạng máy tính (TCP/IP và IPX/SPX) để đưa ra được mô hình giao thức kết nối dùng phần mềm (xem hình, chương). Cuối cùng, rút ra kết luận về tính khả thi của phương pháp kết nối dùng phần mềm và lựa chọn phương pháp dùng Windows NT.
- Tiến hành thử nghiệm kết nối tại phòng thí nghiệm.
Quá trình này được mô tả trong hình 6.1.

6.2. Các thực nghiệm đã tiến hành

- Cài đặt hệ điều hành Windows NT trên một máy chủ ATM và cài hệ điều hành Windows 95 trên các máy chủ ATM còn lại và nối mạng bằng các Card giao diện ATM và thiết bị chuyển mạch ATM Fore Runner ASX-200BX. Thử nghiệm liên lạc giữa các máy trên môi trường truyền dẫn ATM.
- Cài đặt hệ điều hành Windows 95 và Windows 3.11 trên các máy khác, nối mạng với máy chủ ATM đóng vai trò NTServer qua môi trường truyền dẫn cáp mạng thông thường (cáp mạng 10Base2 và 10BaseT).
- Cài giao thức TCP/IP trên cả hai mạng như giao thức ngầm định (default) và định cấu hình IP cho tất cả các máy trên hai mạng.

- Thực hiện phương pháp định tuyến tĩnh (Static IP routing)
- Thực hiện phương pháp định tuyến động (Dynamic IP routing)
- Khắc phục các sự cố và lỗi khi kết nối.
- Tiến hành thử nghiệm liên lạc và chạy các ứng dụng truyền số liệu giữa hai mạng.
- Đánh giá hiệu quả kết nối và tốc độ hoạt động của mạng (một số phương pháp đánh giá đã được trình bày trong phần so sánh và đánh giá các phương pháp kết nối ở chương).

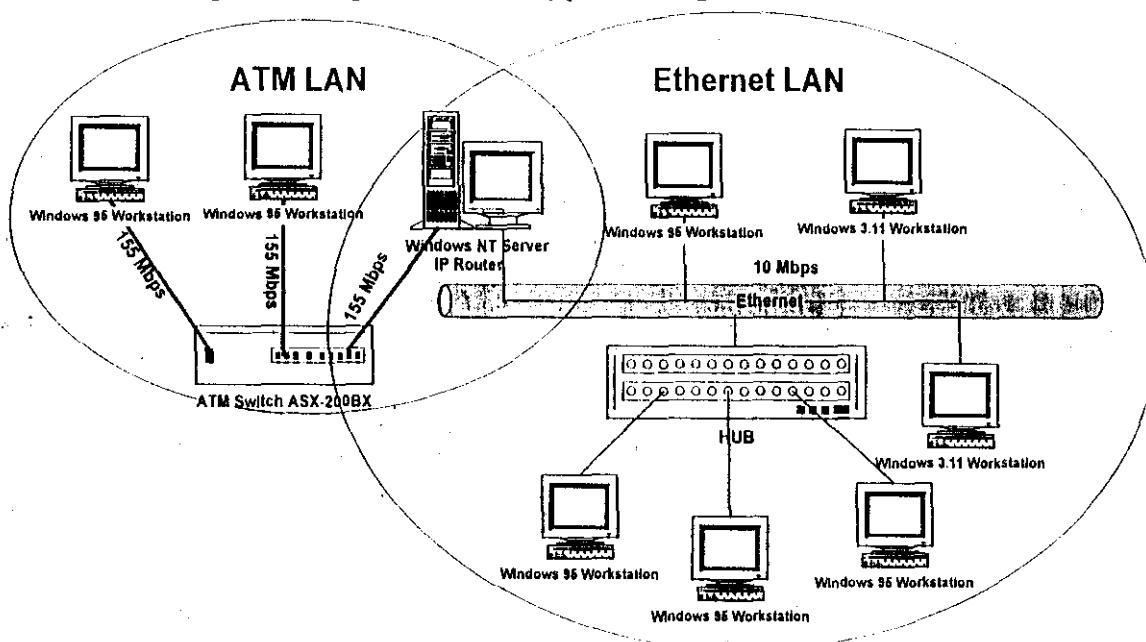
Hình 6.2 là cấu hình của liên mạng ATM LAN - Ethernet LAN tại ĐHBK.



Hình 6.1: Quá trình nghiên cứu các phương pháp kết nối

6.3. Kết quả và đánh giá

- Kết nối mạng ATM LAN (cấu hình Star) và Ethernet LAN (cấu hình Bus hoặc Star hoặc cấu hình lai Bus- Star) dùng Windows NT Server.
- Không cần dùng thêm thiết bị phần cứng.



Hình 6.2: Cấu hình của liên mạng ATM LAN - Ethernet LAN tại ĐHBK

- Tạo một liên mạng hỗn hợp LAN - ATM LAN chạy giao thức TCP/IP:
 - ♦ Chia sẻ các tài nguyên mạng như ổ đĩa cứng dung lượng lớn, máy in....
 - ♦ Chạy các ứng dụng mạng như gửi thông điệp, thư tín điện tử trên mạng....
- Tốc độ lưu thông số liệu giữa LAN và ATM LAN thông qua IP router rất cao. Cụ thể: các máy trên mạng Ethernet có thể chạy các ứng dụng multimedia từ cơ sở dữ liệu trên các máy chủ ATM. Ví dụ:
 - ♦ Chương trình dạy ngoại ngữ multimedia “Learn to Speak English “
 - ♦ Các file video như *.mov, *.avi, *.mpg chạy trên các phần mềm tương ứng như Quick time, Media player, Xingmpeg player....

6.4. Xu hướng nghiên cứu tiếp theo

Về mặt lý thuyết:

- Tiếp tục nghiên cứu tìm hiểu về các giải pháp ứng dụng công nghệ ATM vào LAN, đặc biệt là MPOA (multi protocol over ATM) là một giải pháp mới đang được thế giới chú trọng đầu tư nghiên cứu. Bên cạnh đó, nếu điều kiện cho phép, tìm hiểu về các giao diện lập trình ứng dụng cho ATM (ATM APIs) tiến tới khai thác ứng dụng cho lập trình đơn giản.

Về mặt thực nghiệm:

- Tiếp tục thử nghiệm phương pháp kết nối dùng Windows NT để kết nối một ATM LAN với nhiều LAN.
- Thử nghiệm phương pháp kết nối dùng Novell Netware.

Khi có thiết bị phần cứng Ethernet Switch với giao diện ATM (vào khoảng đầu năm 1998) sẽ thực hiện phương pháp kết nối dùng phần cứng và dùng thiết bị hoặc phần mềm phân tích mạng (network analyzer) để tiến hành đánh giá so sánh bằng thực nghiệm giữa hai phương pháp kết nối dùng phần cứng và phần mềm.

BẢNG CHÚ GIẢI

CÁC TỪ VIẾT TẮT TIẾNG ANH

AAL	ATM Adaptation layer	Lớp tương thích ATM
ABR	Available bit rate	Tốc độ bit sẵn có
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
ARP	Address Resolution Protocol	Giao thức xác định địa chỉ
ASIC	Application Specific Integrated Circuit	Vì mạch có cấu trúc phụ thuộc ứng dụng
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Dạng truyền không đồng bộ
B-ISDN	Broadband Integrated Services Digital Network	Mạng tổ hợp số đa dịch vụ
BIP	Broadband Intelligent Peripheral	Thiết bị ngoại vi thông minh băng rộng
B-NT	Broadband Network Terminator	Thiết bị kết cuối mạng băng rộng
Bps	Bit per second	Tốc độ bit trên giây
BSCP	Broadband Service Control Point	Điểm điều khiển dịch vụ băng rộng
BUS	Broadcast and Unknown Server	Dịch vụ quảng bá và không xác định
CAD	Computer Aided Design	Thiết kế với sự trợ giúp của máy tính
CAM	Computer Aided Manufacture	Sản xuất với sự trợ giúp của máy tính
CBR	Constant Bit Rate	Tốc độ bit không đổi
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị của khách hàng tại nhà
CRC	Cyclic Redundancy Check	Mã dư vòng
CS	Convergence Sublayer	Lớp con hội tụ
DCR	Dynamic Connection Redundancy	Kết nối dự phòng động
ELAN	Emulated LAN	Mạng cục bộ mô phỏng
F	Flag	Cờ
FCS	Frame Check Sequence (FR)	Trường điều khiển thứ tự khung

FDDI	Fiber Distributed Data Interface	Giao diện số liệu phân phối dùng cáp quang
Gbps	Gigabits per second	Giga bit trên giây
GFC	Generic Flow Control	Điều khiển luồng chung
HEC	Header Error Control	Điều khiển lỗi tiêu đề
ICMP	Internet Control Message Protocol	Giao thức thông báo lỗi liên mạng
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Học viện kỹ thuật - điện - điện tử
ILMI	Interim Local Management Interface	Giao diện quản lý cục bộ
IP	Internet Protocol	Giao thức liên mạng
IPX	Internet Packet Exchange	Trao đổi gói liên mạng
ITU	International Telecommunications Union	Tổ chức Viễn thông quốc tế
LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ
LANE	Lan Emulation	Mô phỏng mạng cục bộ
LEC	Lan Emulation Client	Khách hàng mô phỏng LAN
LECS	Lan Emulation Configuration Server	Máy chủ định cấu hình LAN mô phỏng
LLC	Logical Link Control	Lớp điều khiển logic
LTE	Line Terminating Equipment	Thiết bị kết cuối đường truyền
MAC	Media Access Control	Lớp điều khiển truy nhập vật tải
MPOA	Multiprotocol over ATM	Đa giao thức trên ATM
MPEG	Moving Picture Expert Group	Nhóm nghiên cứu hình ảnh động
MPR	Multiprotocol Router	Bộ định tuyến đa giao thức
NFS	Network File Server	Máy chủ cung cấp file
NLSP	Netware Link Service Protocol	Giao thức liên kết Netware
NNI	Network to Network Interface	Giao diện mạng tới mạng
NT	Network Termination	Kết cuối mạng
OAM	Operations Administration and Mainternance	Quản lý vận hành và bảo dưỡng
OSI	Open System Interconnection	Mô hình liên kết hệ thống mở
OSPF	Open shortest path first	Chọn tuyến ngắn nhất

OSI IS-IS	Open system interconnection intermediate system to intermediate system	Liên kết giữa các hệ thống mở từ đầu cuối tới đầu cuối
PDU	Protocol Data Unit	Đơn vị dữ liệu giao thức
Pps	Packet per second	Tốc độ gói trên giây
PT	Payload Type	Kiểu tế bào
PVC	Permanent Virtual Circuit	Kênh ảo vĩnh viễn
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RIP	Routing Information Protocol	Giao thức định tuyến
SAP	Service Access Point	Điểm truy nhập dịch vụ
SPX	Sequenced Packet Exchange	Trao đổi gói sắp theo thứ tự
SSRP	Simple Server Redundancy Protocol	Giao thức dự phòng đơn giản
STB	Set Top Box	Hộp thiết bị
STP	Shielded Twist Pair	Cáp xoắn có bọc
SVC	Signalling Virtual Channel	Kênh ảo báo hiệu
TC	Transmission Convergence sublayer of PHY layer	Lớp con hội tụ truyền dẫn của lớp vật lý
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền
UDP	User Datagram Protocol	Giao thức dữ liệu đồ
UNI	User Network Interface	Giao diện người sử dụng và mạng
UTP	Unshielded Twist Pair	Cáp xoắn không bọc
VBR	Variable Bit Rate	Tốc độ bit thay đổi
VC	Virtual Channel	Kênh ảo
VCI	Virtual Channel Identifier	Số hiệu nhận dạng kênh ảo
VOD	Video on Demand	Dịch vụ video theo yêu cầu
VPI	Virtual Path Identifier	Số hiệu nhận dạng đường ảo
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Stallings, W.
“ Local & Metropolitan Area Network ”
Upper saddle River, New Jersey - 1997
2. LG Information & Telecommunication, Ltd.
Công nghệ ATM và CDMA
Nhà xuất bản Thanh Niên - 1996
3. Nguyễn Hữu Thanh
“ Tổng quan về kỹ thuật mạng B-ISDN ”
Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật - 1997
4. Mc Dysan, D. ; Spohn,D.
“ATM: Theory and Application ”
McGraw-Hill, 1995
5. Minoli,D.
“ 1st,2nd & Next Generation LANs ”
McGraw-Hill, 1994
6. Minoli,D. ; Vitella,M.
“ATM and Cell Relay Service for Corporate Environments ”
McGraw-Hill, 1994
7. Tompkins,C. and others
“Supporting Windows NT Server ”
Microsoft Press, 1995
8. Microsoft Corporation
“ Windows NT Server 4.0 On-line Books ”
1996
9. Microsoft Corporation
“ Windows NT Server 3.51 On-line Books ”
1994
- 10.Cisco Systems Inc
“ Catalyst 3000/3200 Stackable Switching System ”
1996
- 11.Fore Systems Inc
“ ForeRunner ASX-200BX / ASX-200BXE ATM Switch User's Manual ”
1996
- 12.Digital Equipment Corporation
“ Network Products Guide ”
1995
- 13.Digital Equipment Corporation
“ Networked Computing Catalog ”
Eighth edition, 1997
- 14.Comer,D.
“ Internetworking With TCP/IP (VOL1) ”
Prentice Hall 1991

-
15. Sheldon, T.
 " Novell Netware 4: the Complete Reference "
 Osborne McGraw-Hill, 1993
 16. Smith, B.
 " UNIX Step by Step "
 Hayden Books, 1990
 17. Salamone, S.
 " Merging ATM and Ethernet "
 Byte, August 1995
 18. Lohse, S.
 " Reliable ATM Networking "
 Byte, April 1997
 19. Salamone, S.
 " Life in the fast LANE "
 Byte, July 1996
 20. Fritz, J.
 " Bulletproofing ATM "
 Byte, July 1997
 21. Wayner, P.
 " On the road to ATM "
 Byte, September 1994
 22. Salamone, S.
 " Merging ATM and Ethernet "
 Byte, August 1995
 23. Bryan, J.
 " LANs Make the Switch "
 Byte, September 1994
 24. Hurwicz, M. —
 " Faster, Smarter Nets "
 Byte, April 1997
 25. Shu, Y.
 " Demystifying IP over ATM "
 Telecom Asia, August 1996
 26. Taylor, M.
 " Voice over ATM, a sound assessment "
 Data Communication, December 1996
 27. Newman, D. ; Kumar, S.
 " Ethernet Switches: Quantity, Not Commodity "
 Data Communication, November 1996
 28. Cholewka, K.
 " 25Mbit/s Affordable ATM "
 Data Communication, December 1996
 29. Tap chí PC World Vietnam, 1996-1997

ĐỀ TÀI KHCN 01-10
ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

BÁO CÁO:

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ ATM

TRONG MẠNG CỤC BỘ LAN

Chủ trì đề tài nhánh: PGS PTS Phạm Minh Hà.

Cộng tác viên: Tạ Đình Hùng.

TÓM TẮT NỘI DUNG

Tài liệu giới thiệu ứng dụng của công nghệ truyền không đồng bộ (ATM) trong mạng cục bộ (LAN) và đưa ra một số kiến trúc LAN sử dụng ATM thay thế cho công nghệ cũ. Báo cáo còn đưa ra một mô hình phát triển theo 3 giai đoạn từ LAN hiện tại đến LAN trên cơ sở ATM cho phép truyền dữ liệu, âm thanh, hình ảnh với tốc độ hàng trăm Mbps.

Tuy nhiên do thời gian và khuôn khổ hạn chế, tài liệu chỉ dừng ở mức độ nhất định không đi sâu vào chi tiết

ABSTRACT

The article introduces some applications of Asynchronous Transfer Mode (ATM) in Local Area Network (LAN) and provides several architecture of ATM technology instead of the old technology. The article also gives ATM development model in 3 phases which is from the existing LAN to LAN based on ATM technology allowing data, voice and picture transmission with high speed up to hundreds Mbps.

However the article only covers ATM limited set standard, not overspread in detail because of limitation of time and scope

1 Mở đầu.

Trong những năm gần đây, nhằm đáp ứng các dịch vụ truyền dữ liệu ảnh và dữ liệu tốc độ siêu cao cỡ hàng trăm Mbps, ủy ban tư vấn viễn thông quốc tế CCITT (nay là ITU) đã đưa ra mô hình mạng viễn thông số đa dịch vụ băng rộng B-ISDN. Mạng B-ISDN xây dựng trên cơ sở mạng cáp quang đồng bộ (SONET), mạng thông minh (IN) và công nghệ truyền không đồng bộ (ATM) cho phép truyền tiếng nói, hình ảnh và dữ liệu với tốc độ thay đổi từ Kbps đến Gbps trên một mạng duy nhất. Trong đó công nghệ ATM dựa trên nguyên lý truyền dẫn và chuyển mạch mới đã được CCITT chọn làm giải pháp then chốt cho mạng B-ISDN nhờ tính mềm dẻo, dễ dàng thích ứng với các yêu cầu truyền số liệu trong tương lai của nó.

ATM - Asynchronous Transfer Mode - dịch là công nghệ truyền không đồng bộ, là phương thức truyền tin mà trong đó thông tin được chia thành các gói gọi là tế bào thông tin (cell) có độ dài cố định 53 bytes, các tế bào này được truyền đi độc lập. Có thể coi ATM là kỹ thuật chuyển mạch gói nhanh kết hợp với ghép kênh không đồng bộ theo thời gian với các gói là các tế bào ATM có độ dài cố định. Sự chuyển mạch nhanh được thực hiện thông qua việc đơn giản hóa các tham số của gói và tối thiểu hóa quá trình xử lý trên mạng trong quá trình truyền.

ATM thực hiện các thao tác không đồng bộ giữa đồng hồ nhịp của bên phát và bên thu. Sự khác nhau giữa các đồng hồ nhịp này được giải quyết bằng cách thêm vào hoặc bớt đi các tế bào trống không chứa thông tin. Tốc độ cơ sở của ATM tại giao diện UNI là 155 Mbps và tốc độ ghép kênh cơ sở ATM là 622 Mbps. [1]

ATM được ứng dụng trong các mạng máy tính nhờ tính mềm dẻo, hiệu quả trong việc sử dụng tài nguyên, dễ thao tác, quản lý và bảo dưỡng, thống nhất các dịch vụ trong một mạng v.v... Đặc biệt là ứng dụng của ATM trong mạng LAN cho phép tăng tốc độ truyền tới hàng trăm Mbps, tăng chất lượng dịch vụ QoS và dễ dàng quản lý mạng.

Bản báo cáo này giới thiệu ứng dụng của ATM trong LAN theo những cách khác nhau. Trước hết, hãy xem xét về mạng LAN.

2 Mạng cục bộ LAN.

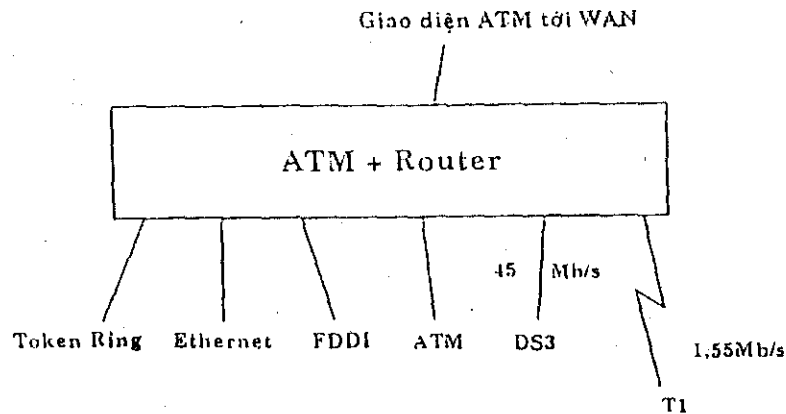
LAN là một mạng truyền dữ liệu bao gồm các kết cuối (terminal) như các máy tính... và các thiết bị ngoại vi được nối với nhau bằng cáp trong một khu vực. Thông qua LAN các kết cuối có thể truy nhập tới tài nguyên trong mạng như một thực thể thống nhất.

LAN phát triển rất nhanh trên hầu hết các nước và trở thành giải pháp tốt nhất để nối các kết cuối với môi trường kinh doanh. Việc kết nối các mạng LAN với thế giới bên ngoài dẫn đến sự hình thành các mạng WAN với các nguồn tài nguyên và các kết cuối nằm rải rác tại các vị trí địa lý cách xa nhau.

Trong LAN các yêu cầu quan trọng nhất của mạng là vấn đề tốc độ, chất lượng dịch vụ và khả năng quản lý hợp nhất mạng. Hiện nay, tốc độ truy nhập LAN khoảng 10 Mbps đem lại hiệu quả cao. Trong tương lai, LAN yêu cầu tốc độ truy nhập nhỏ nhất là 155 Mbps để cung cấp các dịch vụ đa phương tiện. Vì vậy phải chọn công nghệ dùng trong mạng để có thể tăng tốc độ dễ dàng. Để đáp ứng các nhu cầu dịch vụ trong LAN, hiện tại có 4 công nghệ chủ yếu được sử dụng là: Ethernet, FDDI, VG và ATM. Trong đó ATM là công nghệ được đánh giá cao nhất vì nó thích hợp cho cả việc truyền số liệu, âm thanh, hình ảnh và video. Hơn nữa, ATM có khả năng đáp ứng các dịch vụ cho cả LAN, MAN, WAN và mạng công cộng. [3]

Ứng dụng của ATM trong LAN còn phụ thuộc vào các yếu tố cấu thành của LAN là cấu hình Topo của mạng, kiểu phương tiện truyền dẫn và phương pháp truy nhập.

Ứng dụng của ATM trong LAN được thực hiện trên cơ sở các sản phẩm sẵn có như các trung tâm chuyển mạch HUB và các bộ định tuyến Router. Hình 1 trình bày kiến trúc bộ định tuyến trên cơ sở ATM. Đây là sự định tuyến đa giao thức cơ sở cộng với ATM được dùng trong quản lý lưu lượng. Các giao diện tới bộ định tuyến bao gồm tất cả các giao diện LAN như HSSI, DSI, DXI v.v ... [4]

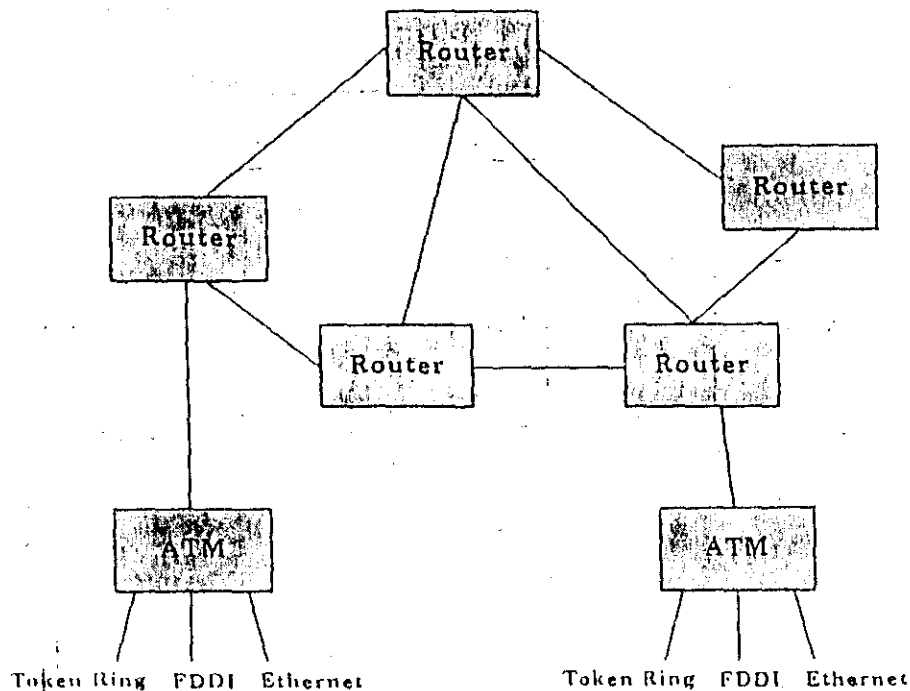


Hình 1: Bộ định tuyến trên cơ sở ATM.

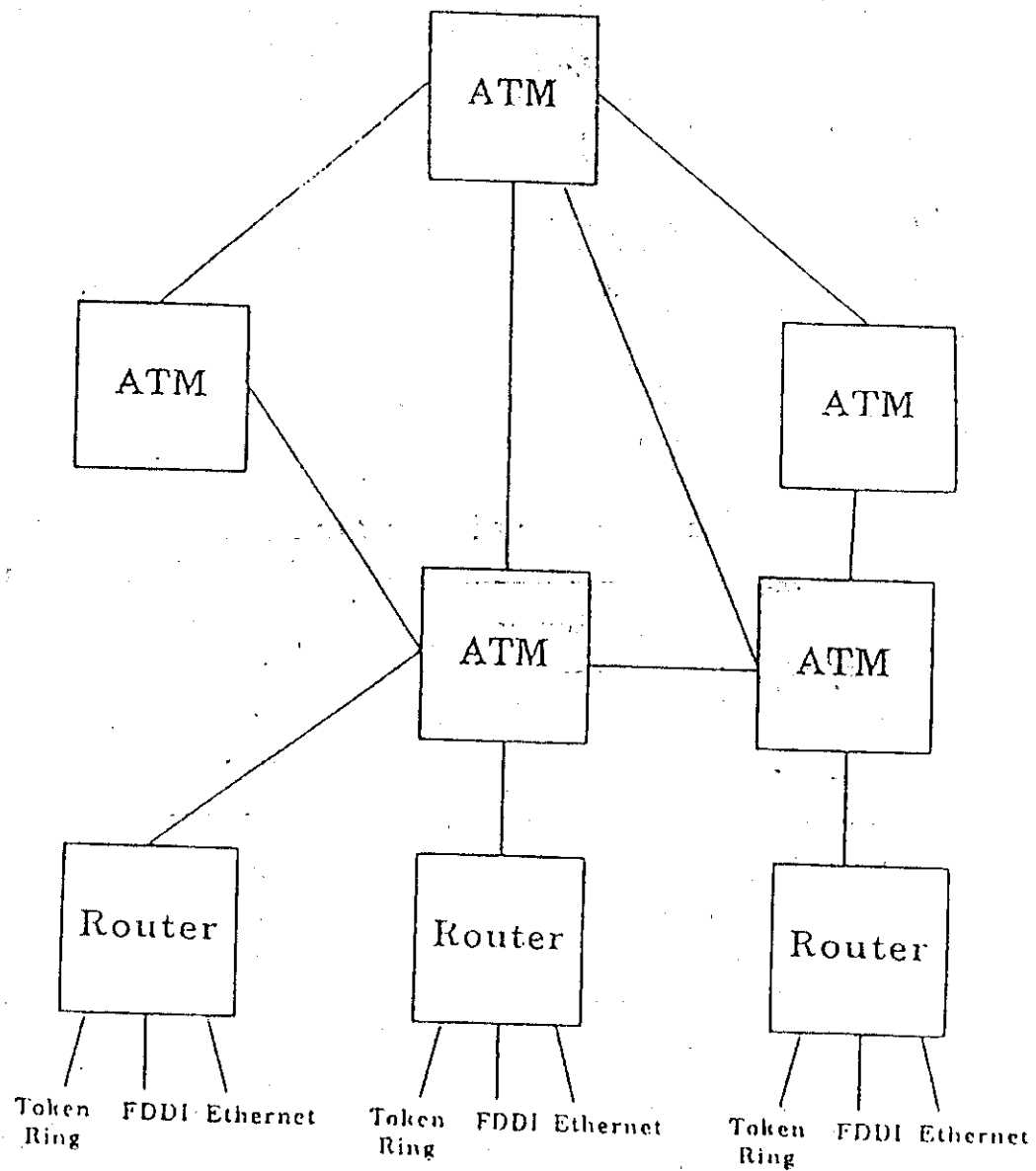
3 Các kiến trúc của LAN sử dụng ATM.

Ứng dụng của ATM trong LAN đưa ra nhiều kiến trúc mạng khác nhau, nhưng hiện tại có 3 kiến trúc LAN-ATM chủ yếu là: LAN sử dụng các bộ định tuyến làm chủ, LAN dùng ATM làm chủ và LAN cân bằng [5]

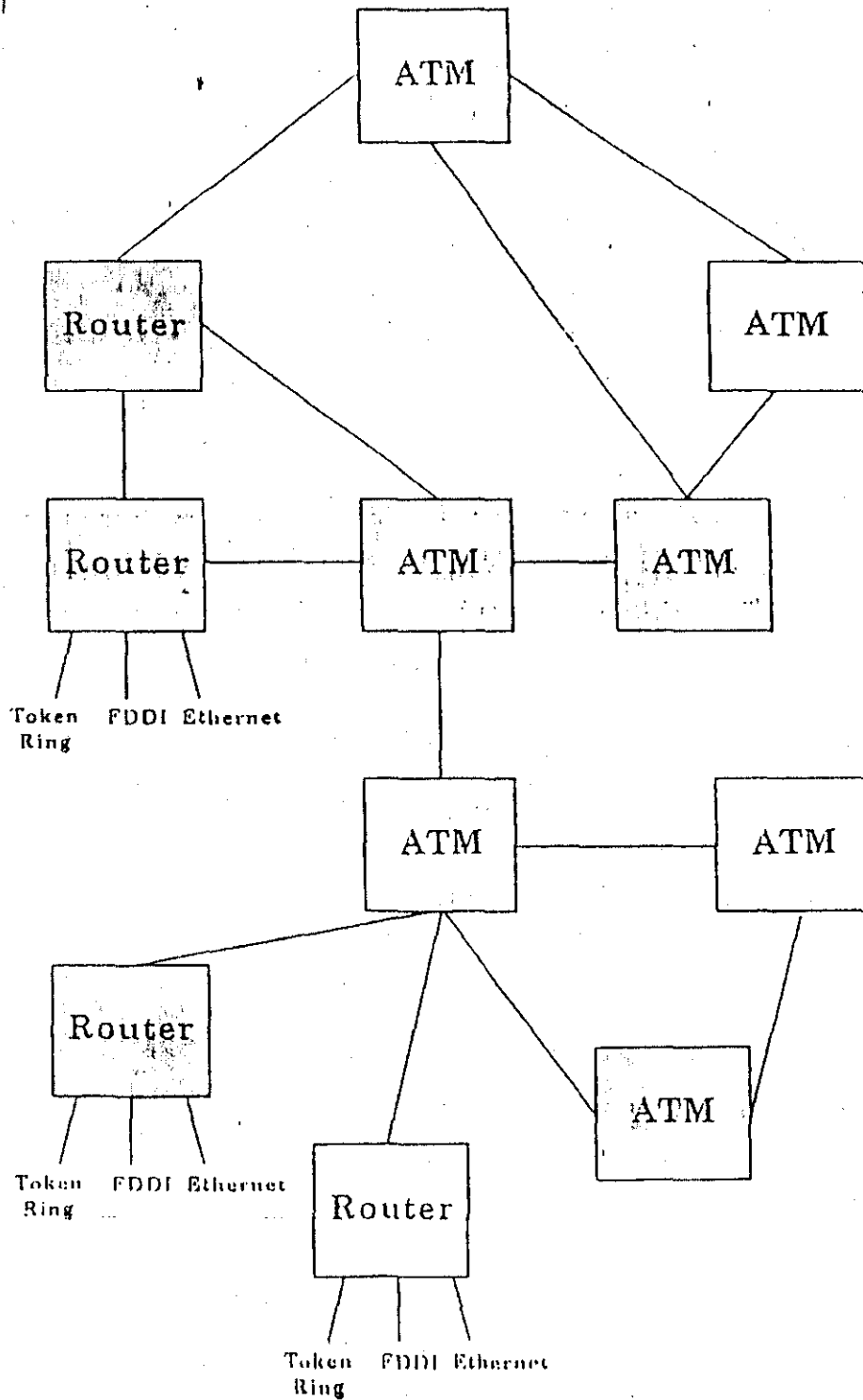
Trong kiến trúc LAN sử dụng các bộ định tuyến làm chủ, mạng thực là các bộ định tuyến còn ATM là phương tiện truy nhập. Như trình bày trên hình 2, ở cấu trúc này các chuyển mạch ATM thực hiện các chức năng chuyển mạch cục bộ, còn các đường trục giữa các khu vực được thực hiện bởi các bộ định tuyến.



Hình 2. Kiến trúc LAN dùng Router làm chủ.



Hình 3. Kiến trúc LAN dùng ATM làm chủ.



Hình 4. Kiến trúc LAN cân bằng.

Như trình bày trên hình 3, trong kiến trúc dùng ATM làm chủ, các nút ATM có vai trò như đường trục, còn các bộ định tuyến là phương tiện truy nhập. Kiến trúc này được coi như một dạng điển hình của kiến trúc LAN trong tương lai nếu ATM tham gia vào mạng công cộng.

Tổ hợp của hai loại kiến trúc trên là kiến trúc LAN cân bằng như trình bày trên hình 4. Trong kiến trúc này, vai trò của các nút chuyển mạch ATM và các bộ định tuyến là tương đương nhau, chúng vừa có vai trò làm đường trục đồng thời cũng có chức năng hoạt động như các phương tiện truy nhập mạng. Loại kiến trúc này thường dùng trong gia đoạn chuyển tiếp kiến trúc dựa trên bộ định tuyến sang kiến trúc đường trục dựa trên ATM. Kiến trúc này hay được sử dụng trong các công ty lớn ở nhiều địa điểm khác nhau.

4 Công nghệ ATM trong LAN.

So với các công nghệ hiện nay như SMDS, trẻ khung, FDDI, ..., công nghệ ATM có nhiều ưu điểm nổi bật hơn hẳn cả trong LAN, Wan và mạng công cộng. ATM là công nghệ cho cả truyền dẫn và chuyển mạch, nó có thể đảm nhiệm chức năng của một chuyển mạch, của một bộ dồn kênh hoặc như một bộ nối ngang dọc. Ứng dụng của ATM trong LAN như đã trình bày ở trên cho phép xây dựng các mạng LAN trên cơ sở ATM với nhiều kiểu kiến trúc khác nhau. Với các mạng LAN trên cơ sở ATM cho các ứng dụng đa phương tiện như chuyển file, thư điện tử, truy nhập cơ sở dữ liệu từ xa và nhiều ứng dụng khác. Nếu sự liên mạng dựa trên cơ sở các bộ định tuyến (router) mà quá lớn, quá phức tạp và nhiều loại phần tử thì sự truyền trong mạng rất khó điều khiển và quản lý. Các LAN dựa trên cơ sở ATM đã giải quyết được vấn đề này nếu sử dụng cá chuyển mạch ATM thay cho các bộ định tuyến (router).

Hơn nữa đối với các liên mạng trên cơ sở ATM có nhiều ưu điểm hơn các liên mạng trên cơ sở các bộ định tuyến (router) mà có thể liệt kê dưới đây.

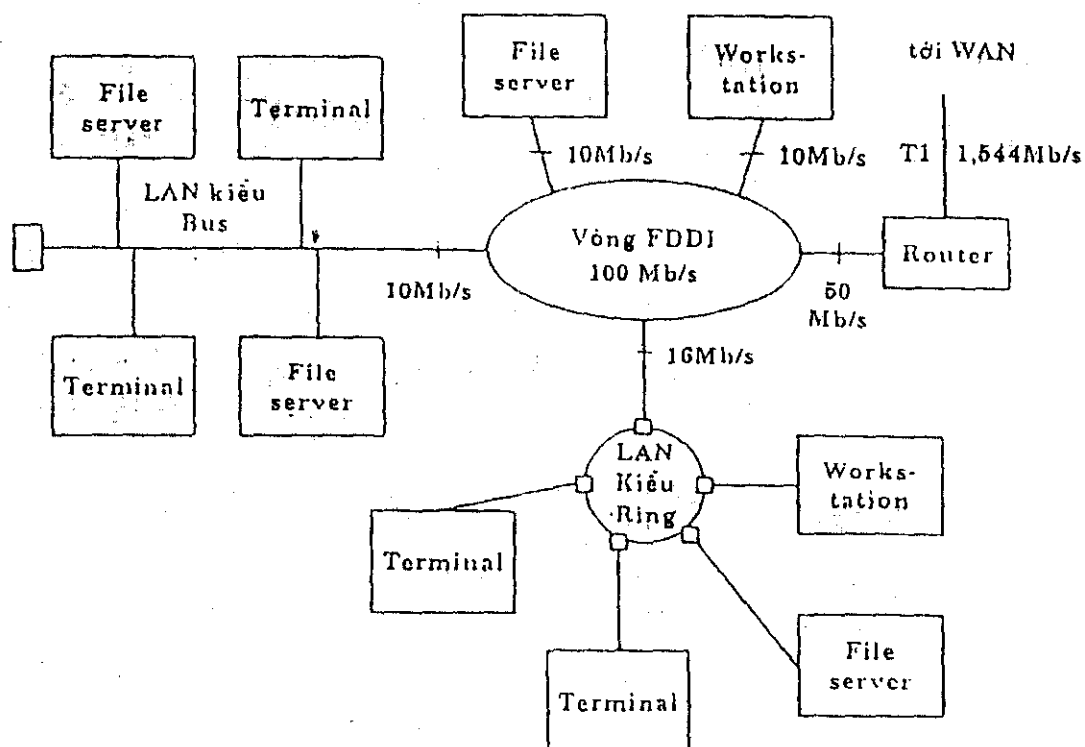
- Thứ nhất, khả năng chuyển mạch của các nút ATM tốt hơn là các trạm (hub) LAN hiện tại vì các trạm LAN phát thông tin tới tất cả các cổng LAN. Chẳng hạn trong mạng hình sao, sự phát thông tin đồng thời tới tất cả các cổng LAN là không cần thiết và gây lãng phí tài nguyên. Với mạng ATM, các thông tin chỉ được chuyển tới các nút có yêu cầu, do đó tiết kiệm được tài nguyên cho người sử dụng khác.

- Thứ hai, các chuyển mạch ATM tạo ra vô số “ các LAN ảo ” trong một chuyển mạch đơn, tạo sự dịch chuyển, thêm vào và thay đổi nội dung của các bộ định tuyến (router) trong nhóm làm việc tại bàn quản lý mạng. Các LAN ảo này có thể được mở rộng cho một vài chuyển mạch nhằm tạo đường truy nhập cho các server từ xa với cùng một lưu lượng và trễ như là trong cùng một khu vực.

Với LAN xây dựng trên cơ sở ATM không những cho phép chuyển dữ liệu trong mạng với tốc độ cao mà còn truyền âm thanh, hình ảnh bởi lẽ ATM sử dụng thời gian thực.

Ngày nay, trong LAN sử dụng bộ định tuyến (router) phục vụ chức năng kết nối từ đầu đến cuối trên phạm vi toàn bộ độ rộng của mạng. Trong mô hình OSI bộ định tuyến làm việc tại “ lớp mạng ” OSI và có thể thông dịch một hay nhiều giao thức ở lớp này. Ngoài ra, nó có chức năng đọc các thông tin về địa chỉ của mạng đích và hướng gói số liệu tới mạng đích thích hợp.[6]

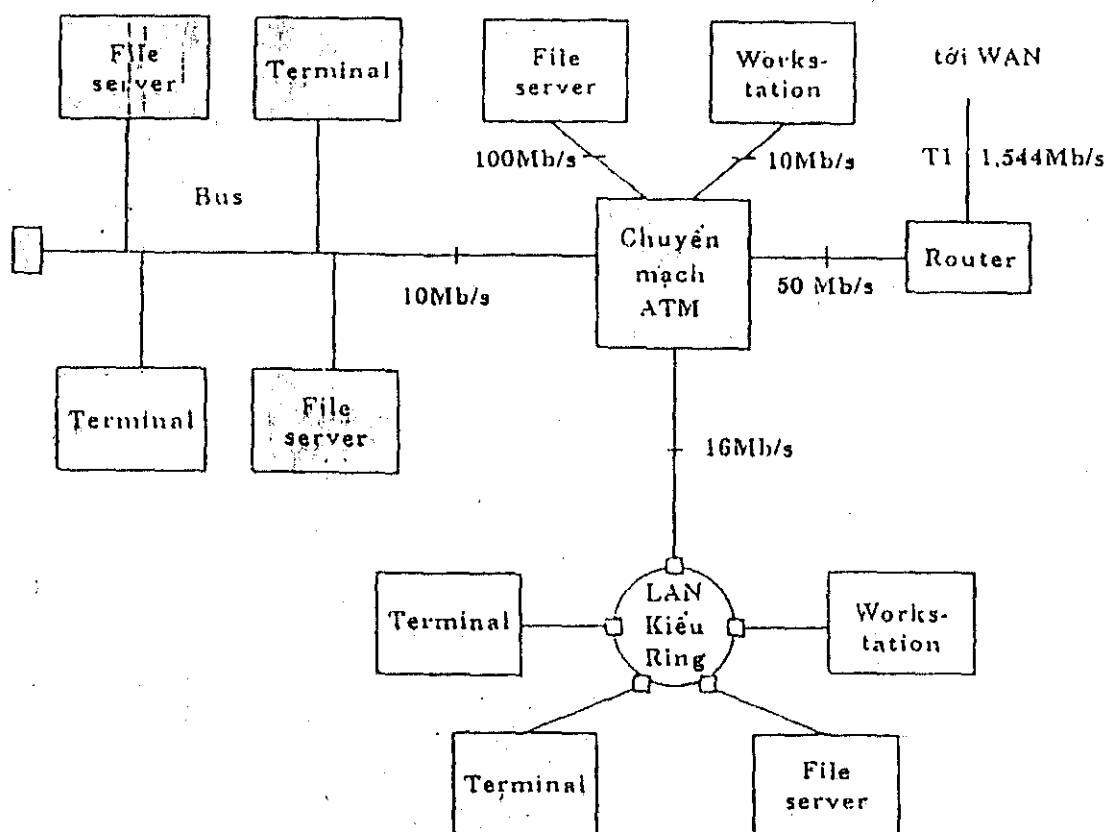
Với sự xuất hiện của công nghệ ATM trong LAN hiện nay đang diễn ra sự thay thế các bộ định tuyến bằng các chuyển mạch ATM. Sự thay thế này đem lại lợi nhuận lớn cho các nhà sản xuất và hiệu quả cao cho người sử dụng. Có thể đưa ra mô hình phát triển của LAN xây dựng trên cơ sở ATM từ mạng hiện nay theo ba giai đoạn như sau:



Hình 5: Mạng LAN hiện nay

Trên hình 5 là môi trường LAN hiện nay, mô hình này là một mạng tổ hợp điển hình trong đó các Server FDDI được dùng làm đường trục nối giữa nhiều LAN khu vực dựa trên công nghệ Ethernet, TokenRing... với nhau ở nhiều tốc độ khác nhau. Qua hình vẽ cho thấy tốc độ giao tiếp giữa các mạng khác nhau ở trong một khoảng khá rộng từ 1,544 Mbps tới 100Mbps có thể coi đây là điểm khởi đầu để xây dựng mô hình LAN dùng công nghệ ATM bởi lẽ hiện nay công nghệ FDDI là một trong những công nghệ hàng đầu và được sử dụng nhiều trong LAN

Để chuyển tiếp từ LAN dùng FDDI hiện nay sang LAN trên cơ sở ATM trong giai đoạn I các Server FDDI sẽ được thay thế bằng 1 chuyển mạch ATM để tạo ra môi trường chuyển mạch thay cho cấu trúc chia sẻ BUS trên cơ sở FDDI. chuyển mạch này sẽ tạo ra các đường nối đặc biệt giữa các LAN theo yêu cầu, còn các bộ định tuyến (router) sẽ được dùng để liên lạc với thế giới bên ngoài (WAN) ở tốc độ T1= 1,544Mbps (hình 6).

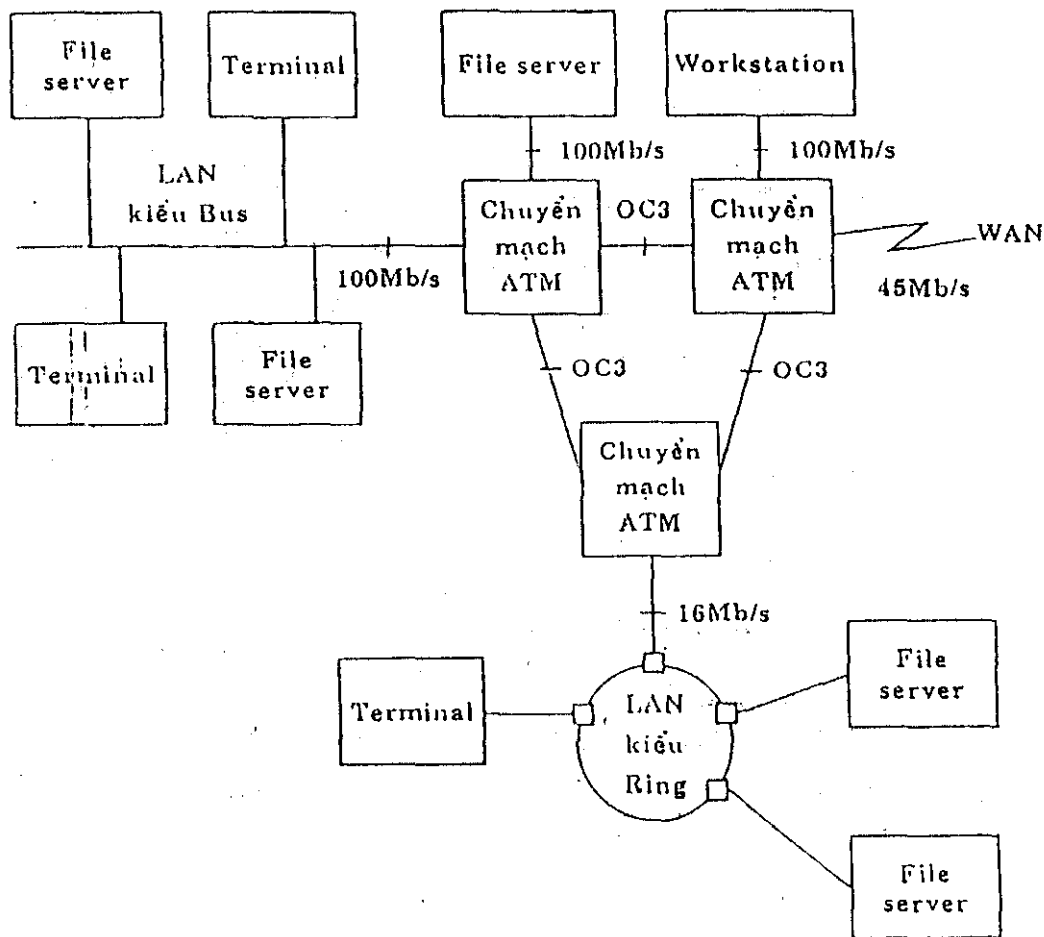


Hình 6: Cấu hình LAN trên cơ sở ATM trong giai đoạn I.

Ở giai đoạn này việc thay thế vòng FDDI bằng chuyển mạch ATM không những cho phép truyền dữ liệu trên mạng mà còn truyền cả tín hiệu âm thanh, hình ảnh, tín hiệu video qua chuyển mạch với tốc độ cao (100Mbps). Các thủ

thực phức tạp của vòng FDDI được thay thế bằng chuyển mạch ATM dễ dàng quản lý mạng và nâng cao khả năng sử dụng cho các kết cuối, đồng thời chuyển mạch ATM còn có thể tăng tốc độ chuyển mạch cao hơn. Đôi khi có thể sử dụng vòng FDDI thay cho một trong các LAN hiện tại sử dụng công nghệ Ethernet hoặc Token Ring tạo thành các mạng truy nhập trực tiếp tới chuyển mạch ATM để tăng khả năng thực hiện.

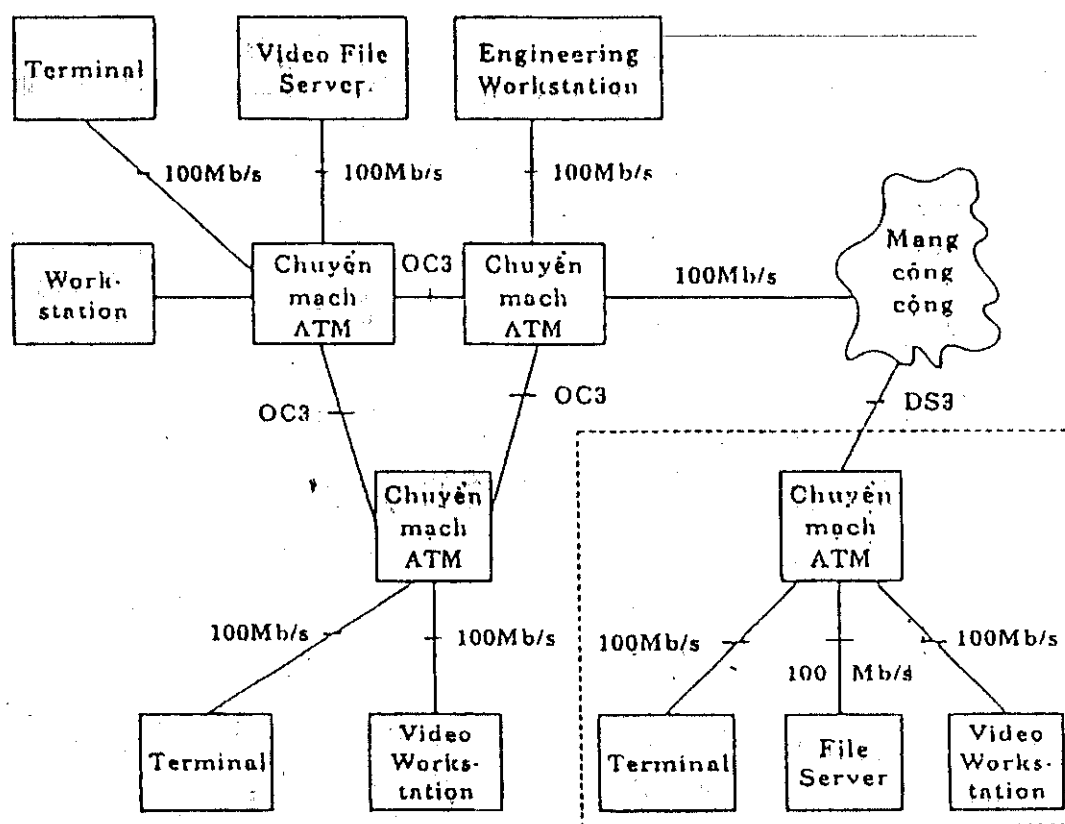
Trong giai đoạn II các chuyển mạch ATM tạo thành môi trường chuyển mạch khu vực (campus) và các LAN nằm rải rác xung quanh khu vực này được nối vào môi trường chuyển mạch ATM (hình 7). Hình 7 cho ta thấy các tốc độ giao tiếp điển hình tại các LAN khác nhau. Trong giai đoạn này các bộ chuyển tiếp ATM cho phép các trạm làm việc nối trực tiếp với chuyển mạch ATM qua giao diện 100Mbps. Tốc độ liên kết giữa các chuyển mạch là tốc độ cơ sở OC3 của ATM. Giai đoạn này còn sử dụng một chuyển mạch ATM làm giao diện với thế giới bên ngoài ở tốc độ DS3 cho phép tăng khả năng truy nhập từ ngoài vào hoặc từ trong ra của LAN.



Hình 7: Cấu hình LAN trên cơ sở ATM trong giai đoạn II.

Với mô hình này cho phép tăng khả năng thực hiện, tăng khả năng mở rộng và quản lý nhiều môi trường LAN. Đồng thời các chuyển mạch tế bào được sử dụng trong mạng trục chính và các trục ATM sẽ trở thành đối thủ cạnh tranh thay thế cho FDDI trong các môi trường mạng tương tự.

Trên hình 8 là giai đoạn III của quá trình đưa ATM vào LAN. ở đây các LAN dùng Token Ring hoặc Bus không còn nữa, tất cả các kết cuối và các trạm làm việc sẽ được nối thẳng vào chuyển mạch ATM. môi trường LAN được xây dựng hoàn toàn trên sơ sở tế bào kết hợp với kiến trúc chuyển mạch. Môi trường này cho phép các giao diện hoạt động ở tốc độ 100Mbps trở lên và đưa ra các ứng dụng mới, đặc biệt là các ứng dụng về xử lý và truyền tín hiệu video. Trong giai đoạn này ATM không chỉ được ứng dụng trong LAN mà còn được ứng dụng rộng rãi trong WAN và mạng công cộng chẳng hạn như WAN trên cơ sở ATM để nối giữa các vị trí LAN từ xa.



Hình 8: Cấu hình LAN trên cơ sở ATM trong giai đoạn III.

Tất nhiên mô hình phát triển theo 3 giai đoạn như đã trình bày ở trên không phải là một con đường duy nhất để xây dựng LAN trên cơ sở ATM hoàn thiện từ LAN hiện nay. Các mạng của bộ tại các địa phương và các tổ chức khác nhau có nhiều yêu cầu và nhu cầu khác nhau. Do đó người sử dụng có thể thực hiện hoặc

bỏ qua một hoặc nhiều giai đoạn này. tất nhiên quá trình thực hiện còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố như giá thành, công nghệ, các ứng dụng và môi trường LAN hiện nay.

5 Kết luận

Việc ứng dụng công nghệ ATM trong mạng LAN dẫn đến sự hình thành các LAN trên cơ sở ATM cho phép mở ra các dịch vụ đa phương tiện truyền hình ảnh, âm thanh và dữ liệu với tốc độ siêu cao trong LAN. Công nghệ ATM được ứng dụng đã làm tăng khả năng hoạt động và quản lý của LAN. Hơn nữa, ứng dụng của ATM còn cho phép liên kết các LAN với nhau dẫn đến sự hình thành các mạng WAN với tốc độ truy nhập hàng trăm Mbps cung cấp các nguồn tài nguyên dồi dào cho người sử dụng.

Trong tương lai, các ứng dụng của ATM trong LAN sẽ trở thành nền tảng cho ứng dụng ATM trong mạng số đa dịch vụ băng rộng B-ISDN, cho phép sử dụng nhiều loại dịch vụ trên mạng với tốc độ cao.

Tuy nhiên, hiện nay giá thành của các chuyển mạch ATM khá cao nên việc sử dụng công nghệ ATM trong LAN còn hạn chế. Trong tương lai, khi giá thành của các thiết bị ATM hạ, công nghệ ATM sẽ được sử dụng rộng rãi trong tất cả các mạng từ LAN, WAN, MAN cho tới B-ISDN. Công nghệ ATM còn có thể đáp ứng được cả các dịch vụ chưa tồn tại trong thực tế hiện nay do tính mềm dẻo, linh hoạt. Đó là lý do mà người ta coi ATM là công nghệ của thế kỷ 21.

BẢNG CHÚ GIẢI CÁC TỪ VIẾT TẮT TIẾNG ANH

STT	Từ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	ATM	Asynchronous Transfer Mode	Công nghệ chuyển tải không đồng bộ
2	LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ
3	Router		Bộ định tuyến
4	Workstaion		Trạm làm việc
5	FDDI	Fiber Distributed Data Interface	Giao diện dữ liệu cáp quang
6	WAN	Wide Area Network	Mạng rộng
7	Server		Máy chủ, bộ dịch vụ
8	Hub		Trạm, trung tâm, trục
9	OSI	Open System Interconnection	Tiêu chuẩn nối các hệ thống mở

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Việt Trung
“ Công nghệ ATM - Giải pháp cho truyền dẫn băng rộng ”.
2. Nguyễn Viên Thạch
“ Giới thiệu về ISDN băng rộng ”
Tạp chí Bưu chính Viễn thông số 4, 5, 6 / 1993, trang 14, 12, 32.
3. Gild Held & Ray Sarch
“ Data Communication ”
McGraw Hill, USA 1995.
4. Keith Bearpark
“ Protocol for Application Communication ”
McGraw Hill, USA 1995
5. Spohn & McDysan
“ ATM: Theory and Application ”
McGraw Hill, 1995
6. Deniz
“ ISDN and its Application to LAN ”
McGraw Hill, 1995
7. Balaji Kumar
“ Broadband Communication ”
McGraw Hill, 1995 page 144, 306, 310
8. BobHinton
“ Analyzing ATM: A dessection of the Protocol ”
Telecom Asia, March 1995, page 32
9. Trần Quang Cường
“ Vấn đề liên mạng và sự kết liên kết giữa LAN và WAN ”
Tạp chí Bưu chính Viễn thông số 6, 7 / 1994, trang 14, 24.
10. Jaques Dunoqué
“ From X25 to ATM : The Evolution of Data ”
Telecom Asia, March 1995, page 28.
11. Ahmed N. Tantawy
“ High performance network ”
Kluwer Academic Publisher 1994, page 60 ÷ 80
12. Young Shu
“ Slowing down ATM ”
Telecom Asia, March 1996, page 20

ĐỀ TÀI KHCN 01-10

ĐỀ TÀI NHÁNH ATM

BÁO CÁO:

**NGUYÊN LÝ TỰ ĐỊNH TUYẾN ĐA TẦNG KẾT HỢP
PHƯƠNG PHÁP BẢNG CHUYỂN ĐỔI VCI
MỘT GIẢI PHÁP CHO CẤU TRÚC CHUYỂN MẠCH ATM.**

Chủ trì đề tài nhánh: PGS PTS Phạm Minh Hà.

Cộng tác viên: Hoàng Đăng Hải.

TÓM TẮT NỘI DUNG

Bài viết này tổng hợp phân loại các cấu trúc chuyển mạch dùng cho ATM, đồng thời nêu các yêu cầu chung đối với trường chuyển mạch ATM, các nhóm chức năng đặc trưng các dịch vụ truyền thông đa phương tiện. Phần sau của bài phân tích nguyên lý tự định tuyến đa tầng dùng phương pháp chọn thẻ từ bảng và cấu trúc phân tử chuyển mạch tự định tuyến. Một mạng thử nghiệm ATM được giới thiệu minh họa cho ứng dụng trường chuyển mạch theo nguyên lý trên.

ABSTRACT

This paper reviews various switching architecture which can be used for ATM and describes the general requirements for ATM switching fabric also the service specific functions for multimedia communication service. The other half part of this paper illustrates and analyses the principle of multi-stage self-routing in hand of tag-table related method and the structure of corresponding self-routing element. At last, one ATM service trial system using above described principle is illustrated.

1. Mở đầu.

Các dịch vụ viễn thông mới bao gồm các dịch vụ đa phương tiện trở thành khả thi với tiến bộ kỹ thuật và phát triển của công nghệ viễn thông. Những dịch vụ này được phát triển đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của một xã hội văn minh. Một ví dụ đơn giản là việc đào tạo từ xa qua mạng viễn thông, học viên có thể theo dõi trực tiếp các bài giảng của các giáo sư nổi tiếng thế giới qua màn hình nhỏ, có thể đặt các câu hỏi trực tiếp để nhận được ngay các câu trả lời. Một ví dụ khác là hệ thống giải đáp thông tin y tế, hướng dẫn xử lý khắc phục sự cố các máy móc điện tử gia đình, hệ thống thông tin mọi mặt trong đời sống xã hội. Hay như cá ví dụ khác là hệ thống truyền hình quảng bá, hệ thống thu thập xử lý từ xa cho các dàn khoan, mạng lưới điện quốc gia, các lò cao...

Với sự phát triển của công nghệ viễn thông và với việc lựa chọn hiện nay, chỉ có mạng đa dịch vụ băng rộng (B-ISDN) với công nghệ truyền dẫn không đồng bộ ATM mới có thể đáp ứng được các dịch vụ nêu trên.

Trong hệ thống mạng viễn thông này thông tin bao gồm các số liệu cao tốc, âm thanh và hình ảnh chất lượng cao, ảnh video động; có tốc độ vài Kbps tới vài trăm Mbps.

Đối với các dịch vụ băng rộng yêu cầu về mức độ lỗi và độ trễ cho phép rất khác nhau. Trong một mạng ATM các thông tin được nhóm lại thành một chuỗi tế bào. Số lượng các tế bào gán cho mỗi khối thông tin tỉ lệ thuận với độ rộng băng của chúng. Chỉ có công nghệ ATM mới cho phép sử dụng băng truyền một cách mềm dẻo, thích ứng với từng loại dịch vụ và đạt hiệu suất sử dụng băng truyền cao.

Do đặc tính không đồng bộ, các chuỗi tế bào thuộc một cuộc kết nối đến nút chuyển mạch không theo chu kỳ, có thể coi là ngẫu nhiên (đây là đặc điểm khác biệt nổi bật của chuyển mạch ATM so với kiểu chuyển mạch trước đây). Một vấn đề đặt ra là xử lý thế nào đối với các chuỗi tế bào đến một cách ngẫu nhiên lại đồng thời tương tranh cùng một đầu ra khỏi chuyển mạch để có thể giảm được tối thiểu xác suất mất tế bào do tràn hàng đợi. Trong quá trình chuyển mạch, lưu lượng giữa đầu vào cao tốc và đầu ra cao tốc thay đổi liên tục. Trong trường hợp tắc nghẽn đầu ra (nhiều tế bào cùng đồng thời hướng đích đến đầu ra) cấu trúc chuyển mạch cần được thiết kế sao cho có thể duy trì được tỷ lệ tổn thất tế bào dưới một giá trị xác định phù hợp với chất lượng từng loại dịch vụ. Mặt

khác thời gian trễ tế bào qua khối chuyển mạch cũng cần duy trì ở mức tối thiểu, đảm bảo cho hoạt động cao tốc của khối chuyển mạch và đảm bảo yêu cầu thời gian thực của nhiều loại dịch vụ.

Phần II của bài viết trình bày các yêu cầu chung đối với các cấu trúc khối chuyển mạch cho ATM. Nhiều giải pháp cấu trúc cho khối chuyển mạch ATM đã được đề xuất trong nhiều tài liệu, có thể phân loại tổng hợp các cấu trúc như sẽ trình bày trong phần III. Phần IV trình bày nguyên lý tự định tuyến đa tầng kết hợp bảng chuyển đổi VCI và phần V phân tích một cấu trúc khả thi cho phần tử chuyển mạch tự định tuyến để thiết lập một trường chuyển mạch ATM.

Phần VI trình bày một cấu trúc thử nghiệm cho một mạng ATM cục bộ cỡ nhỏ.

2. Một số yêu cầu cho cấu trúc chuyển mạch ATM:

Theo như khuyến nghị của CCITT, các cấu trúc chuyển mạch dùng trong mạng ATM cần đạt được các yêu cầu chung tối thiểu sau đây:

- **Độ trễ của chuyển mạch cần $< 0,4\text{ms}$**

Đối với các dịch vụ tương tác qua lại(yêu cầu thời gian thực), thời gian trễ giữa hai đầu cuối cần $< 30\text{ms}$

- **Tỷ lệ tổn thất tế bào CLR(Cell loss Rate) cần $< 10^{-10}$**

Tỷ lệ này lại được định nghĩa là:

$$\text{CLR} = \text{Số tế bào lỗi} / \text{tổng số tế bào gửi đi.}$$

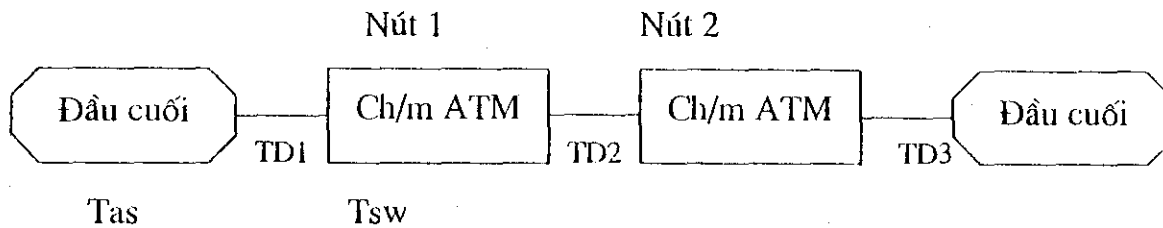
Ngoài ra khả năng mất tế bào trên đường truyền dẫn, tế bào còn có thể bị mất ngay trong nội bộ trường chuyển mạch do có quá nhiều tế bào đồng thời đến hàng đợi mà hệ thống chuyển mạch không thể đồng thời xử lý hết.

Thực tế một số dịch vụ không chấp nhận một tỷ lệ mất tế bào dù khá nhỏ, đòi hỏi độ trong suốt về mặt nội dung 100%. Trong trường hợp này có thể nhờ các Protocol xử lý và phát lại số tế bào lỗi (ví dụ: XTP cho các dịch vụ không yêu cầu thời gian thực), hoặc cơ chế sửa lỗi chuyển tiếp FEC(Forward Error Connection).

Số liệu và ảnh nén yêu cầu tỷ lệ tổn thất tế bào nhỏ nhất. Đối với số liệu nén, việc mất một tế bào gây ảnh hưởng nghiêm trọng, dẫn đến mất cả một khối dữ liệu. Theo khuyến nghị của CCITT tiêu chuẩn đặt ra là $\text{CLR} < 10^{-8}(10^{-9})$ giữa hai thiết bị đầu cuối của mạng.

- **Trễ tế bào.**

Có 5 thành phần trễ chính giữa hai thiết bị đầu cuối của mạng như sau (xem hình 1).



Hình 1. Các thành phần trễ trong tuyến.

Trong đó:

T_{as} là thời gian tập hợp tế bào.

T_{re} là thời gian phân giải tế bào.

TD_i là trễ truyền dẫn (theo khuyến nghị của CCITT, tổng TD_i tối đa trên đoạn 3000 Km là 15ms).

T_{sw} là trễ tại một nút chuyển mạch, bao hàm cả trễ hàng đợi.

T_{ab} là thời gian bù tại thiết bị thu để bù cho trễ trường chuyển mạch.

Với giả thiết là tuyến cố tối đa 10 nút chuyển mạch, thời gian trễ cho phép giữa hai thiết bị đầu cuối tối đa là 30ms như đã nêu ở trên ta có:

$$T_{as} + T_{re} + \sum_{i=1}^{10} T_{sw} + T_{ab} + \sum_{i=1}^{10} TD_i < 30ms$$

Mặt khác thời gian tập hợp/phân giải tế bào 53 bytes cho trường hợp tín hiệu thoại PCM 64Kbps là 6ms, vậy có:

$$\sum_{i=1}^{10} T_{sw} + T_{ab} < 9ms$$

Giả thiết là thời gian bù cho trường chuyển mạch T_{ab} chính bằng thời gian trễ của các nút chuyển mạch, ta nhận được:

$$\sum_{i=1}^{10} T_{sw} < 4,5ms$$

Vậy trễ chuyển mạch chấp nhận được cho một nút chuyển mạch phải $< 0,45ms$.

Đây là một yêu cầu nghiêm ngặt về tốc độ hoạt động của nút chuyển mạch, trường chuyển mạch cần có các bộ đệm cao tốc, có cấu trúc xử lý phân tán, sử dụng kiến trúc đa vi xử lý. Việc điều khiển khối chuyển mạch thông qua phân cứng và các vi lệnh điều khiển được lập trình sẵn trên vi mạch.

- Dung lượng chuyển mạch cần mềm dẻo để thay đổi. Khối chuyển mạch cần có cấu trúc phân bố, điều khiển phân tán.
- Các đầu ra khối chuyển mạch cần đạt tốc độ cao để ghép được vào các khung truyền dẫn SDH. Hiện tại các giao diện SDH theo tiêu chuẩn của CCITT là 155Mbps, 622 Mbps, 2,5 Gbps.
- **Yêu cầu cho các chức năng đặc trưng dịch vụ.**
Chuyển mạch ATM cần được trang bị các chức năng hỗ trợ các dịch vụ:
Truyền thông có kết nối(ví dụ cho tín hiệu thoại)
Truyền thông không kết nối(truyền thông tin giữa các mạng LAN)
Truyền thông quảng bá(Broadcast, Multicast).

3. Các cấu trúc chuyển mạch ATM điển hình

3.1. Quan điểm chung

Chuyển mạch ATM cần thiết kế theo phương án phân bố xử lý để tăng tốc độ, giảm tối thiểu thời gian xử lý ở các nút chuyển mạch, hướng đa số các chức năng xử lý lỗi về phía thiết bị đầu cuối người dùng.

Đối với chuyển mạch kênh: sau khi đã thiết lập cuộc gọi, một kênh vật lý cố định được xác lập giữa hai thuê bao đầu cuối. Việc chuyển mạch được thực hiện nhờ một khe thời gian nội bộ của trường chuyển mạch và việc trao đổi một khung khe thời gian vào với nội dung khe thời gian ra đã gán cố định trước đó cho 2 thuê bao.

Trong chuyển mạch tế bào ATM, thiết bị đầu cuối người dùng (cụ thể là giao diện B-N-T) làm nhiệm vụ nhóm (tách) các tế bào vào (từ) luồng cao tốc và đưa vào (ra từ) khối chuyển mạch. Việc ghép các tế bào vào luồng cao tốc được thực hiện theo cơ chế không đồng bộ và được ghép sao cho phù hợp từng loại dịch vụ để tận dụng được hiệu suất băng truyền cao. Các tế bào đi vào trường chuyển mạch theo phương thức gần như ngẫu nhiên. Trường chuyển mạch xác định đầu ra thông qua thông tin trong VPI/VCI (đặc tả tuyến ảo/kênh ảo) lấy từ phần mào đầu của mỗi tế bào.

Ngoài những yêu cầu chung đã nêu ở phần II ta thấy nổi lên 3 vấn đề sau:

Vấn đề thứ 1 là việc ghép kênh các tế bào vào luồng cao tốc như thế nào để tận dụng băng truyền, đảm bảo được các dịch vụ thời gian thực.

Vấn đề thứ 2 là làm thế nào để cân bằng tải trên các đường vào khối chuyển mạch để tránh được quá nhiều tế bào vào một đầu trong khi các đầu vào khác lại rỗi.

Như vậy cần có một cơ chế sắp xếp, phân bố các tế bào cho các đầu vào trường chuyển mạch. Có thể thực hiện được điều này thông qua cờ báo hoặc cơ chế trọng tải điều khiển. Việc sắp xếp hợp lý sẽ làm tăng hiệu suất việc sử dụng băng truyền, tăng tốc độ chuyển mạch (giảm thời gian trễ tế bào do phải sắp hàng trong hàng đợi) và tránh được nghẽn cổ chai.

Vấn đề thứ 3 là làm sao có thể nhóm các tế bào thuộc cùng một cuộc gọi. Để thực hiện được điều này, có thể thực hiện một cơ chế móc nối cho các tế bào của cùng một cuộc gọi. Thực tế chức năng nhóm tách tế bào được thực hiện qua giao thức UNI(User Network Interface Protocol).

Để giải quyết vấn đề thứ 2 cũng cần có một cơ chế trọng tải để giải quyết các nguy cơ tương tranh tế bào(nhiều tế bào từ nhiều đầu vào cùng hướng với một đầu ra) như đã trình bày trong [1] tr 163 — cơ chế đó có thể thực hiện theo 4 nguyên tắc:

Ngẫu nhiên: chọn ngẫu nhiên một đầu vào

Theo chu kỳ: các tế bào đầu của hàng đợi để được xử lý tuần tự

Phụ thuộc trạng thái: tế bào đầu của hàng đợi dài nhất được xử lý trước

Phụ thuộc độ trễ: tế bào nào phải chờ lâu nhất được xử lý trước.

3.2. Phân loại trường chuyển mạch theo phương thức kết nối các phần tử chuyển mạch:

Sau đây là các cấu trúc chính theo như [1] tr170-171 và [3] tr 245.

- **Cấu trúc đơn tầng:**

• Là cấu trúc chỉ gồm 1 tầng các phần tử chuyển mạch, điển hình là:

Ma trận chuyển mạch mở rộng

Trường chuyển mạch hình thấu

Trường chuyển mạch kiểu đảo vị trí

- **Cấu trúc đa tầng:**

Đặc trưng qua hai nhóm chính là:

Đơn tuyến như mạng Banyans. Chỉ có một đường duy nhất nối từ đầu vào với đầu ra trường chuyển mạch.

Đa tuyến: có nhiều đường từ một đầu vào cho tới một đầu ra.

3.3. Phân loại chuyển mạch theo cấu trúc của bộ đệm:

Các cấu trúc chuyển mạch đều cần đến bộ đệm. Bộ đệm là nơi lưu trữ tạm thời các tế bào vào/ra khỏi chuyển mạch. Hoạt động của khối chuyển mạch phụ thuộc rất nhiều vào cấu trúc bộ đệm bởi tốc độ chuyển mạch phụ thuộc chủ yếu vào tốc độ đọc/viết bộ đệm. Vì vậy có thể phân loại các phần tử chuyển mạch theo 4 cấu trúc bộ đệm chính như đã phân tích 3 trường hợp ở [4].

Có thể tóm tắt ưu/nhược điểm của 4 loại cấu trúc đó như sau

1). Cấu trúc chuyển mạch có bộ đệm dùng chung

Ưu điểm: kích thước bộ đệm nhỏ, tốc độ cao.

Nhược điểm: điều khiển chung cho MUX đầu vào và DMUX đầu ra, nên có cấu trúc phức tạp, đặc biệt là khó khăn cho việc đọc/viết bộ nhớ tốc độ cao.

2). Cấu trúc chuyển mạch dùng bộ đệm đầu vào.

Ưu điểm: dùng bộ đệm FIFO cho mỗi đường vào cao tốc, kích thước bộ đệm tương đối nhỏ, tốc độ bộ đệm có thể thấp nên dễ thiết kế.

Nhược điểm: dễ bị hiệu ứng nghẽn đầu vào HOL(Head Of Line). Để tránh điều này cần phải thêm một số chức năng điều khiển đặc biệt đối bộ đệm FIFO thành RIRO(Random In-Random Out).

3). Cấu trúc chuyển mạch dùng bộ đệm đầu ra:

Ưu điểm: dùng bộ đệm FIFO cho mỗi đường ra cao tốc. Để thực hiện chức năng truyền đa hướng(broadcastz). Kích thước bộ đệm tương đối nhỏ.

Nhược điểm: bộ đệm cần có tốc độ rất cao, yêu cầu linh kiện chất lượng cao. Trường hợp dùng BUS tích cực chung ở đầu ra dễ bị nghẽn cổ chai.

4). Cấu trúc chuyển mạch dùng bộ đệm kiểu ma trận:

Ưu điểm: phù hợp với cấu trúc phân bố, điều khiển phân tán. Điều khiển dễ dàng, chỉ xác định lấy thông tin ở nút nào của ma trận.

Nhược điểm: kích thước bộ đệm lớn, tốc độ đệm dữ liệu thấp. Tuy nhiên đây là một điểm thuận lợi để thiết kế vì yêu cầu phù hợp với công nghệ linh kiện.

4. Cấu trúc trường chuyển mạch tự định tuyến đa tầng:

Sau khi đã nêu các yêu cầu và đặc điểm cấu trúc khối chuyển mạch ATM, phần này và phần tiếp theo sẽ trình bày một cấu trúc chuyển mạch tự định tuyến đa tầng và cấu trúc chuyển mạch tự định tuyến SRE (Self Routing Element).

Trường chuyển mạch ATM cần thực hiện hai chức năng chính là:

Chuyển đổi VPI/VCI từ VPI/VCI đến sang VPI/VCI đi

Vận chuyển nội dung tế bào từ đầu vào đến đầu ra trường chuyển mạch.

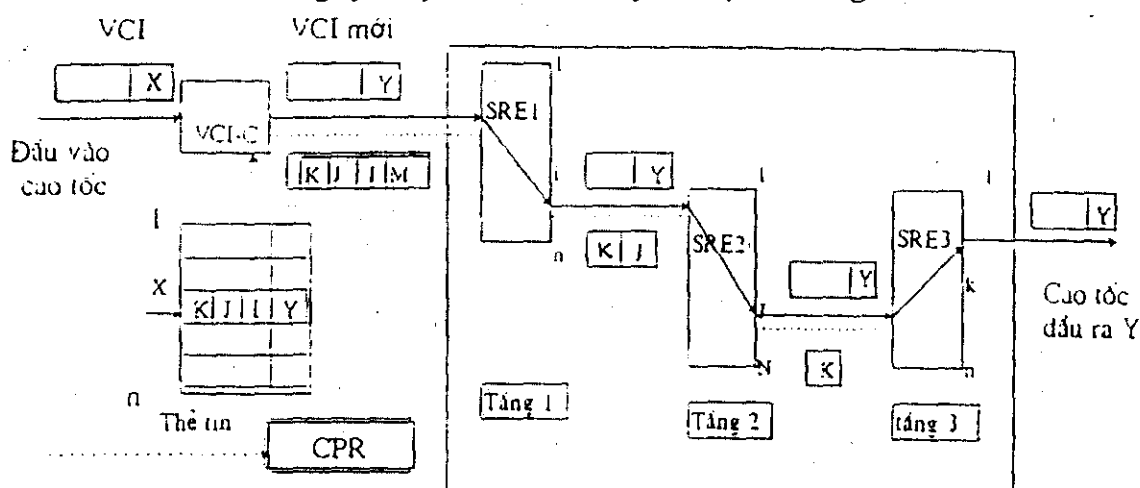
Nội dung có hai nguyên tắc để áp dụng cho khối chuyển mạch đó là:

Nguyên tắc tự định tuyến

Nguyên tắc điều khiển qua bảng.

Phần này sẽ trình bày cấu trúc khối chuyển mạch tự định tuyến đa tầng có kết hợp mềm dẻo cả hai nguyên tắc trên.

Hình 2 là sơ đồ nguyên lý cho khối chuyển mạch 3 tầng.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý chuyển mạch ba tầng.

Các khối SRE được kết nối tạo nên nhiều đường liên kết giữa một đầu vào và một đầu ra. Đầu ra trường chuyển mạch là một bộ chuyển đổi VCI (VCI Convertor). Về nguyên tắc, để đơn giản hóa việc điều khiển, các tế bào thuộc cùng một cuộc kết nối sẽ chỉ được dẫn theo một tuyến.

- Nguyên lý hoạt động:**

Chu trình lập tuyến:

Các tế bào mang thông tin VCI ở phần mào đầu được chuyển vào bộ chuyển VCI (VCI-C) ở đầu vào trường chuyển mạch. Bộ xử lý cuộc gọi (CPR) xác định đầu ra cao tốc của trường chuyển mạch và giá trị VCI tương ứng cho đầu ra này. Bộ xử lý cuộc gọi CPR thông qua chức năng cân bằng tải và chức năng tìm đường rồi, chọn ra một tuyến kết nối qua trường chuyển mạch. Sau khi đã hoàn tất công việc này, CPR chuyển các thông tin chọn được cho VCI-C và thực hiện ghi thông tin vào bản ghi tương ứng trong bảng chuyển đổi trong VCI-C. Trong bảng chuyển đổi này, mỗi bản ghi sẽ ứng với một đầu vào cao tốc và bao gồm:

8 bit để ghi giá trị VCI

p ô trống dự trữ cho tầng SRE. Số bit của các ô trống này phụ thuộc vào số đầu vào/ ra SRE. Ví dụ SRE có n đầu vào, n đầu ra thì phải dự trữ $\log_2^{n+1}$ bits. Nội dung các ô này là các con trỏ, trỏ tới một đầu ra của SRE mà tế bào cần chuyển ra. Các ô con trỏ p được sắp xếp theo thứ tự SRE từ tầng cuối đến tầng đầu.

CPR ghi giá trị VCI mới ứng với đầu ra cao tốc khối chuyển mạch vào phần dành cho VCI trong bảng, sau đó điền các giá trị ô trống i,j,k ứng với các đầu ra của SRE.

Thông tin VCI của tế bào đến trường chuyển mạch được dùng để làm con trỏ trỏ tới bản ghi trong bảng chuyển đổi VCI trong VCI-C.

Giả sử thí dụ trên hình 2 các SRE gồm 8 đầu vào và 8 đầu ra. Vậy số bit của các ô trống p trong bảng chuyển đổi VCI là 4 bits. Vì các giá trị của i,j,k trên hình là 5.8.2 nên các ô p sẽ chứa các giá trị theo thứ tự là: 0101, 1000, 0010. Tổ hợp bit 000 được dùng để chỉ trạng thái ban đầu không chọn đầu ra nào.

Chu trình vận chuyển thông tin:

Khi một tế bào đến đầu vào trường chuyển mạch. VCI-C tương ứng đầu vào này sẽ tách lọc thông tin VCI đến ở mào đầu của tế bào và dung VCI này làm con trỏ truy nhập bảng chuyển đổi đồng thời tạo một thẻ tin chứa các giá trị i,j,k và chuyển tế bào với VCI đã thay thế cùng thẻ tin mới tạo vào trường chuyển mạch cụ thể là SRE đầu tiên. Các SRE sẽ căn cứ vào các giá trị i,j,k trong thẻ để lái tế bào ra đầu ra SRE tương ứng mà không cần có tác động điều khiển nào khác từ ngoài. Vì vậy có thể coi là các SRE tự định tuyến.

Ở ví dụ hình 2. VCI-C mới được thay bằng Y, thẻ i,j,k được lập là 0101 1000 0010 được chuyển tới SRE đầu tiên cùng với tế bào. SRE 1 tách nhóm bit i=0101 xác định đầu ra SRE là 5 và chuyển tế bào ra đầu ra số 5. Tiếp đó thẻ được dịch đi 4 bit, chỉ còn giữ thông tin j,k là 1000 0010. Tế bào và thẻ tin mới được chuyển đến cho SRE 2, tại đây nhóm bit j=1000 được tách, xác định đầu ra 8. Đến tầng cuối cùng chỉ còn lại tế bào và thẻ tin k=0010, SRE 3 xác định được đầu ra số 2 và đưa tế bào ra ngoài trường chuyển mạch. Như vậy tế bào đã được chuyển qua trường chuyển mạch với VCI mới. Quá trình lặp lại như trên ứng với các tế bào có VCI = x.

Để thực hiện được chức năng truyền nhiều hướng, ô M trong thẻ tin được chèn thêm với ý nghĩa sau:

$M=0$ truyền bình thường

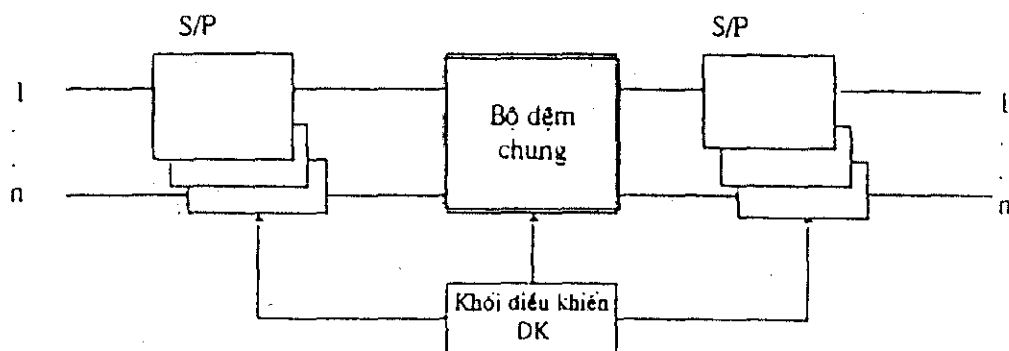
$M=1$ truyền đa hướng, lúc này các thông tin trong i, j, k không còn có ý nghĩa, SRE sẽ phát tế bào ra tất cả đầu ra.

5. Cấu trúc phần tử chuyển mạch tự định tuyến:

Phần này sẽ trình bày cấu trúc của một phần tử chuyển mạch tự định tuyến SRE như đã nêu ở trên.

Có hai cấu trúc ưu việt có thể khả thi

❖ Cấu trúc với bộ đệm dùng chung ($m \times m$)

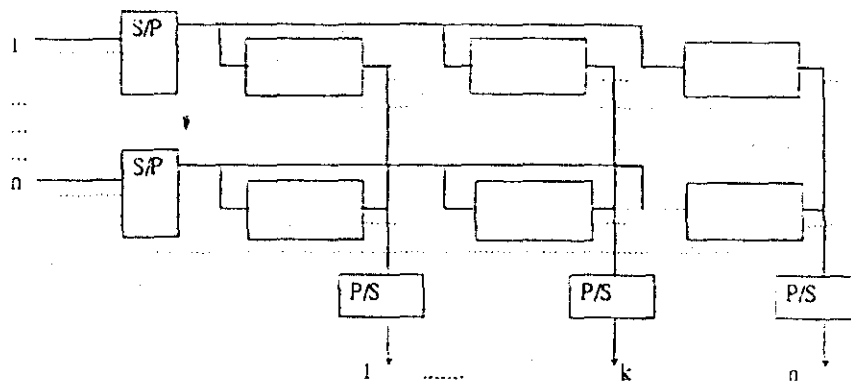


Hình 3. Cấu trúc phần tử chuyển mạch với bộ đệm dùng chung

Các tế bào được chuyển từ nối tiếp sang song song đưa vào bộ đệm chung. Cấu trúc BUS song song làm tăng tốc độ đọc/viết của bộ đệm. Thẻ tin như đã nêu ở trên được dùng để tạo con trỏ và các bản ghi trong bộ đệm. Các bản ghi này cho phép chứa nhiều tế bào, được coi như các hàng đợi cho các tế bào để chờ đưa ra, ở đầu ra thông tin tế bào được chuyển đổi từ song song trở lại nối tiếp.

Khối điều khiển chung DK nhận các thông tin từ thẻ tin, ấn định hàng đợi cho các tế bào tương ứng với đầu ra và vận chuyển tế bào từ hàng đợi ra đầu ra phần tử chuyển mạch.

❖ Cấu trúc kiểu ma trận $n \times n$



Hình 4. Cấu trúc phần tử chuyển mạch kiểu ma trận

S/P là khối chuyển đổi nối tiếp song song và phân tích thể tin.

P/S là khối chuyển đổi song song nối tiếp tế bào và thể tin.

Các đường gây nét là thông tin của thể tin. Bộ đệm được đặt tại các nút ma trận. Các cổng ra bộ đệm ứng với một cột ma trận được nối chung vào một BUS tích cực. Các tế bào được ghép kênh cao tốc ở mỗi đầu ra thành chuỗi theo yêu cầu. Như vậy có thể thấy là việc ghi các tế bào vào nút ma trận là ngẫu nhiên và đọc các tế bào từ các bộ đệm phân tán ra đầu ra phần tử chuyển mạch là tuần tự.

Mỗi nút ma trận thực hiện hai chức năng chính:

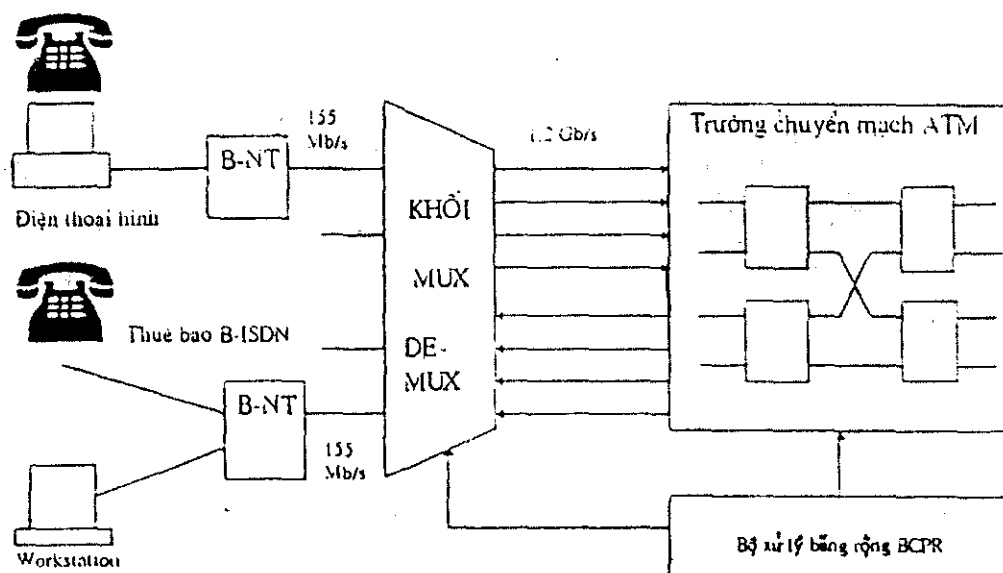
Đệm giữ tế bào tạm thời chờ đưa ra

ghép kênh tế bào ra BUS tích cực, đưa ra đầu ra khối chuyển mạch.

Khi một tế bào đến một đầu vào SRE, khối phân tích thể căn cứ thông tin trong thể để chọn ra nút ma trận tương ứng. Tế bào được ghi vào hàng đợi bộ đệm tại nút theo nguyên tắc FIFO và lần lượt đưa ra đầu ra bằng cách ghép kênh tế bào trên BUS tích cực.

Tốc độ số liệu trên BUS tích cực rất cao, đòi hỏi tốc độ đọc viết bộ đệm cao. Công nghệ hiện nay cho tốc độ đọc viết RAM khá cao với thời gian truy nhập tối đa là 10ns. Nếu BUS tích cực là 16 bits thời gian đọc một ô nhớ là 12ns thì tốc độ số liệu trên một đường dây của BUS tích cực sẽ là khoảng 80Mbps và tuyến cao tốc qua phần tử chuyển mạch đạt được vào khoảng $16 \times 80\text{Mbps} = 1,28\text{Gbps}$.

6. Cấu trúc một mạng thử nghiệm ATM cục bộ cỡ nhỏ:



Hình 5. Cấu hình thử nghiệm B-ISDN

Hình 5 là sơ đồ khối một mạng thử nghiệm ATM cục bộ cỡ nhỏ. Trường chuyển mạch ATM được thiết kế từ 4 phần tử chuyển mạch SRE. Mỗi SRE là một ma trận chuyển mạch 2×2 , trong đó mỗi đường cao tốc có tốc độ 1,2 Gbps. BUS thông tin trong trường chuyển mạch là 16 bits. Hoạt động của khối chuyển mạch ở tốc độ 80Mbps. Khối MUX/DEMUX có chức năng ghép tách 8 đường 155Mbps. Dung lượng chuyển mạch là $2 \times 8 = 16$ kênh (tốc độ 155 Mbps). Khối B-TN là thiết bị đầu cuối người dung làm nhiệm vụ chính như sau:

Chuyển đổi thông tin vào các tế bào ATM theo khuôn dạng chuẩn.

Nhóm tế bào vào luồng 155Mbps.

Vận chuyển tế bào qua các khối MUX/DEMUX vào/ ra khối chuyển mạch

Phát hiện lỗi, hiệu đính tế bào và hiệu đính tế bào theo tiêu chuẩn giao diện người sử dụng mạng (UNI).

Thực hiện tính cước điều khiển lưu lượng.

Hệ thống thử nghiệm có thể phục vụ các dịch vụ băng rộng trong phạm vi một công sở, ví dụ dịch vụ điện thoại hình, dịch vụ phân phối chương trình Tivi, Video: các dịch vụ đa phương tiện.

7. Kết luận:

Bài viết trên đã tổng hợp các yêu cầu đối với khối chuyển mạch băng rộng ATM, tóm tắt các lợi cấu trúc trường chuyển mạch và phần tử chuyển mạch ATM điển hình, bài viết cũng trình bày nguyên lý và cấu trúc phần tử chuyển mạch tự định tuyến và trường chuyển mạch tự định tuyến đa tầng kết hợp dùng bảng chuyển đổi VCI. Khối SRE có cấu trúc modul thích hợp chuyển mạch tốc độ cao. Cấu trúc của SRE tránh được xung đột tế bào ở đầu ra, giảm khả năng mất tế bào. Một cấu hình thử nghiệm mạng ATM với trường chuyển mạch tự định tuyến đa tầng được giới thiệu minh họa cho các ứng dụng truyền thông đa phương tiện băng rộng. Cấu hình thử nghiệm này có thể áp dụng cho một mạng ATM cục bộ cỡ nhỏ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. R. Handel. M.N. Huber. S. Schroder
“ ATM Networks. Concept. Protocols. Applications ”- Tr 163. 170. 171
1994.
2. M.d. Prycker.
“Asynchronous Transfer Mode. Solution for Broadband ISDN ”- Tr58÷64, 132
1991.
3. O. Kyas.
“ ATM Networks ” Tr 245
1995
4. Hoàng Đăng Hải
“ Một số vấn đề trong chuyển mạch tế bào tốc độ cao ”
Tạp chí bưu chính viễn thông Tr 6.9.18 (1/1996).

CHƯƠNG TRÌNH KHCN.01.10

ĐỀ TÀI MÃ SỐ KHCN01-10

NGHIÊN CỨU TIẾP CẬN MỘT SỐ VẤN ĐỀ HIỆN ĐẠI CỦA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN *BÁO CÁO TỔNG KẾT 1996-1998* (TÓM TẮT)

CẤP QUẢN LÝ:	Nhà nước
CƠ QUAN CHỦ TRÌ:	Viện Công nghệ thông tin
CƠ QUAN THỰC HIỆN:	- Viện Công nghệ thông tin - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội - Học Viện Kỹ Thuật Quân Sự Bộ Quốc phòng
CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI:	GS TS Bạch Hưng Khang

HÀ NỘI 1998

3422 II
13/9/99

MỤC TIÊU

Nghiên cứu và phát triển một số vấn đề cơ bản trong trí tuệ nhân tạo:

- Nghiên cứu và phát triển các phương pháp nhận dạng, xử lý ảnh trong việc ứng dụng nhận dạng chữ, nhận dạng bản đồ, tăng chất lượng ảnh.
- Phát hiện và khai thác tri thức từ CSDL và ứng dụng trong xây dựng một số hệ cơ sở tri thức.
- Tìm hiểu, nắm được các nội dung, kỹ thuật cơ bản của mạng neural nhân tạo, mạng Bayes, thuật toán di truyền.

Nghiên cứu phát triển công cụ trợ giúp triển khai các ứng dụng Multimedia và xây dựng một ứng dụng cụ thể trong lĩnh vực giáo dục đào tạo.

Nghiên cứu đúc kết các tài liệu tham khảo chuyên sâu có tính học thuật giúp việc triển khai mạng tổ hợp đa dịch vụ băng rộng tại VN khi có đủ điều kiện.

Nghiên cứu triển khai một số mô hình kết nối ATM-LAN, đúc rút ra ưu nhược điểm và ứng dụng cụ thể giúp cho việc lựa chọn cấu trúc ATM-LAN cho các mô hình thông tin cụ thể.

NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu phát triển một số thuật toán nhận dạng chữ, phân tích tự động chữ Việt trên cơ sở cơ sở bộ font và mã tiếng Việt chuẩn.
- Phát triển kỹ thuật chuyển đổi từ ảnh raster sang vecto trên các dạng ảnh đa cấp xám và màu. Phát triển phần mềm với các kỹ thuật này.
- Tính toán mềm dựa trên tập thô (rough sets) và tập mờ (fuzzy sets) trong phát hiện và khai thác tri thức từ dữ liệu (PHKTTTDL).
- Kết hợp kỹ thuật học tự động (machine learning) với kỹ thuật phân tích dữ liệu hình thức (symbolic data analysis) trong PHKTTTDL.
- Tìm hiểu, nắm được các nội dung, kỹ thuật cơ bản của mạng neuron nhân tạo, mạng Bayes và thuật toán di truyền.
- Nghiên cứu khai thác các phần mềm phục vụ thiết kế các hệ Multimedia hiện có như Multimedia Viewer, Multimedia Designer, VB,...
- Phát triển công cụ trên cơ sở Việt hoá.
- Xây dựng phần mềm trợ giúp dạy và học ngoại ngữ.

- Phân tích khảo sát và xây dựng mô hình ứng dụng Multimedia trong các sở chỉ huy.
- LAN-ATM.
 - Giải quyết tranh chấp tại các bộ đệm của nút chuyển mạch ATM.
 - Nghiên cứu phương pháp điều khiển lỗi tiêu đề để đảm bảo độ tin cậy của thông tin.
 - Nghiên cứu các cấu trúc LAN-ATM, ưu nhược điểm và ứng dụng.
 - Nghiên cứu nối ghép các LAN-ATM với các mạng khác.
- Bảo hiệu mạng ATM
 - Các giao thức điều khiển báo hiệu.
 - Chọn đường và điều khiển tắc nghẽn trong hệ thống báo hiệu.
 - Sai số và độ tin cậy của mạng báo hiệu.
 - Thiết kế và định cỡ mạng báo hiệu.

NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CỦA CÁC NHÁNH ĐỀ TÀI

Dựa trên tiềm lực cán bộ và khả năng kinh phí, đề tài chỉ hạn chế một số nội dung dưới hình thức là các đề tài nhánh sau:

1. Nhận dạng

- Nghiên cứu và phát triển các phương pháp nhận dạng, xử lý ảnh trong việc ứng dụng nhận dạng chữ, nhận dạng bản đồ, tăng chất lượng ảnh.
- Nghiên cứu và phát triển các phương pháp nhận dạng trong nhập số liệu tự động và khả năng ứng dụng trong điều tra cơ bản và thi trắc nghiệm.
- Nghiên cứu các phương pháp biểu diễn và nén ảnh dựa trên cách tiếp cận Fractal và khả năng ứng dụng trong thiết kế các ảnh biểu tượng (icon) nghệ thuật và nén ảnh động sử dụng trong các ứng dụng Multimedia.

Chủ trì: PTS Lương Chi Mai, Viện Công nghệ thông tin

Thời gian thực hiện : 1996-1998

2. Công nghệ tri thức.

- Tìm hiểu, nắm được các nội dung, kỹ thuật cơ bản của mạng neural nhân tạo, mạng Bayes, thuật toán di truyền.
- Phát hiện và khai thác tri thức từ CSDL và ứng dụng trong xây dựng một số hệ cơ sở tri thức.

Chủ trì: PGS, PTS Hồ Tú Bảo, Viện Công nghệ thông tin

Thời gian thực hiện : 1996-1998

3. Thiết kế, thử nghiệm và ứng dụng các hệ thông minh lai (Hybrid Intelligent System)

- Xây dựng công cụ tạo lập Hệ chuyên gia trong môi trường đa chuyên gia và phân tán.
- Giải thuật di truyền kết hợp với phương pháp hồi qui trong phân tích dữ liệu.

Chủ trì: PTS Nguyễn Thanh Thuỷ, Đại học Bách khoa, Hà nội

Thời gian thực hiện : 1998

4. Nghiên cứu một số vấn đề về tổng quát hoá bản đồ và ứng dụng trong các hệ thông tin địa lý

- Tự động hóa nhập bản đồ - chuyển đổi sang dạng vector các đường biên trên bản đồ thu được dưới dạng đen/trắng, đa cấp xám và màu.

Chủ trì: PTS Ngô Quốc Tạo, Viện Công nghệ thông tin

Thời gian thực hiện : 1996-1998

5. Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM

- Giải quyết tranh chấp tại các bộ đệm của nút chuyển mạch ATM.
- Nghiên cứu phương pháp điều khiển lỗi tiêu đề để đảm bảo độ tin cậy của thông tin.
- Nghiên cứu các cấu trúc LAN-ATM, ưu nhược điểm và ứng dụng.
- Nghiên cứu nối ghép các LAN-ATM với các mạng khác.
- Xây dựng chương trình giảng dạy về AT dưới dạng Web.
- Xây dựng quy trình kiểm tra do thử mạng ATM
- Nghiên cứu đến các chuẩn liên quan đến quản lý, giám sát mạng và xây dựng cấu trúc mạng quản lý ATM.

Chủ trì: PGS PTS Phạm Minh Hà, Đại học Bách khoa Hà Nội
Thời gian thực hiện : 1996-1998

6. Nghiên cứu triển khai xây dựng một số ứng dụng Multimedia

- Tìm hiểu khai thác các phần mềm phục vụ thiết kế các hệ Multimedia hiện có như Multimedia Viewer, Multimedia Designer, VB,...
- Phát triển công cụ trên cơ sở Việt hoá.
- Xây dựng phần mềm trợ giúp dạy và học ngoại ngữ.
- Phân tích khảo sát và xây dựng mô hình ứng dụng Multimedia trong các sở chỉ huy.

Chủ trì: GS TS Phạm Thế Long, Học Viện kỹ thuật Quân Sự
Thời gian thực hiện : 1996-1997

7. Nghiên cứu phương pháp xây dựng hệ thông tin địa lý trên mạng INTRANET

- Nghiên cứu các công nghệ tích hợp
- Lựa chọn ngôn ngữ xây dựng ứng dụng
- Nghiên cứu các thuật toán thu thập và biểu diễn thông tin bản đồ
- Triển khai xây dựng phần mềm

Chủ trì: PTS Đặng Văn Đức, Viện Công nghệ Thông tin
Thời gian thực hiện : 1998

KẾT QUẢ THỰC HIỆN

Các kết quả của đề tài được thể hiện dưới các hình thức:

- Các báo cáo khoa học tại các hội nghị khoa học trong nước và quốc tế, các bài báo đăng trên các tạp chí trong và ngoài nước.
- Các phần mềm, các bộ chương trình được thực hiện ở nhiều mức độ khác nhau
- Đào tạo, nâng cao trình độ, tập hợp đội ngũ cán bộ.

Sau đây là một số kết quả chính của từng nhánh đề tài.

I. Nhận dạng

I.1 MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

- Nghiên cứu và phát triển các phương pháp nhận dạng, xử lý ảnh nhằm xây dựng một phần mềm nhận dạng chữ Việt in có khả năng sử dụng rộng rãi, có thể nhận dạng chữ trên bản đồ.
- Nghiên cứu một cách tiếp cận mới trong xử lý ảnh dùng công cụ của hình học Fractal.

I.2 NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu một số thuật toán Nhận dạng chữ Việt in (theo các cách tiếp cận thống kê, cách tiếp cận cấu trúc, mạng nơ ron).
- Thiết kế và phát triển phần mềm nhận dạng chữ Việt in 1.0.
- Nghiên cứu các phương pháp biểu diễn và nén ảnh dựa trên cách tiếp cận Fractal và khả năng ứng dụng trong thiết kế các ảnh biểu tượng (icon) nghệ thuật và nén ảnh động sử dụng trong các ứng dụng Multimedia.

kết quả và sản phẩm

1. Phần mềm Nhận dạng chữ Việt in (Ver.1.0)

VnDOCR là sản phẩm phần mềm nhận dạng chữ in tiếng Việt. Thay thế cho phương pháp đánh máy truyền thống, VnDOCR đưa ra khả năng “đọc”, sửa đổi và lưu trữ trên máy tính các văn bản in tiếng Việt một cách nhanh chóng, chính xác và không đơn điệu.

Phần mềm đã được Giải nhất tại cuộc thi Sản phẩm CNTT tại Tuần lễ Tin học VIII.

Các chức năng chính

- Quét, đọc và lưu trữ các tệp ảnh văn bản dưới nhiều khuôn dạng khác nhau.
- Thực hiện nhiều chức năng tiền xử lý ảnh khi cần thiết: Tách các khối văn bản, đồ thị hoặc ảnh bằng phương thức tự động hoặc bán tự động, xử lý độ nghiêng tự động, lọc nhiễu, tăng chất lượng ảnh...
- Tự động nhận dạng các văn bản in tiếng Việt trên các kiểu phông chữ như Arial, Avant, Helvetica, Time, Time New Roman, Courier với kích thước của kí tự từ 8 đến 72 điểm.
- Cung cấp công cụ học trên các dạng phông chữ in khác tùy theo nhu cầu của người sử dụng.
- Kiểm tra lỗi chính tả trên văn bản đã nhận dạng.
- Cung cấp công cụ soạn thảo trên văn bản đã nhận dạng, sử dụng bộ gõ chữ Việt, bộ mã TCVN 5712-1993 và bộ phông ABC.
- Lưu văn bản ra dưới các khuôn dạng của Microsoft Word 6.0 (.DOC), .RTF và .TXT

2. Tài liệu nhập môn về hình học fractal

- Phần mở đầu: “Sự hình thành và phát triển của hình học Fractal” bao gồm một số khái niệm cơ bản về không gian metric, ánh xạ liên tục, tập compact và một số khái niệm khác trong giải tích hàm.
- “Fractal và hệ hàm lặp” với phương pháp mà giáo sư Micheal Barnleys đã đề xuất, cơ sở toán học và các biến dạng của nó.
- “Số chiều Fractal” các khái niệm về số chiều Fractal, số chiều lý thuyết và thực tế, số chiều Hausdorff - Besicovitch.

3. Chương trình sinh ảnh fractal theo phương pháp hàm lặp và hệ thống hỗn độn

- Cài đặt một số thủ tục sinh ảnh Fractal
 - Tập malderbrot
 - Tập Julia
 - Đường Dragon
 - Tập Cantor
 - Tập Sierpinxki
 - Đường cong Peano, và một số ảnh khác
- Tài liệu hướng dẫn sử dụng

4. Nghiên cứu cơ bản

Hoàn thành 3 bài báo khoa học đã được đăng.

- Lương Chi Mai “Về một cách tiếp cận trong phân mềm nhận dạng chữ Việt in”, Kỷ yếu hội thảo khoa học, Tuần lễ Tin học lần thứ VII “Internet and Intranet, tổ chức, khai thác và quản lý”, Hà nội, 11/1997, 201-206.
- Nguyen Duc Dung, Luong Chi Mai, Nguyen Truong Thang, Vu Van Thinh, “On the approach to Vietnamese Optical Character Recognition “, Proceeding of VJFUZZY’98, 30/9-2/10/1998, Ha long bay, Vietnam., pp.77-85.
- Ngo Hoang Huy, Ngo Quoc Tao, “Nhận dạng một số đối tượng hình học từ tập các đường gấp khúc rời rạc”, Tạp chí Tin học và Điều khiển học, N.1, 1998.

II. Công nghệ tri thức

II.1 Những công việc đã triển khai

Nghiên cứu và cài đặt các thuật toán

- Tính toán mềm dựa trên tập thô và tập mờ trong phát hiện tri thức và khai thác tri thức từ dữ liệu. Đây là hai công cụ toán học có nhiều triển vọng trong việc xử lý thông tin không đầy đủ và không chính xác.

- + Nghiên cứu tính phụ thuộc thuộc tính dựa trên các độ đo xây dựng từ hai khái niệm này, áp dụng vào lược đồ quy nạp cây quyết định (Decision tree induction scheme).
- + Nghiên cứu kết hợp kỹ thuật suy diễn của CSDL với kỹ thuật quy nạp của học tự động dựa trên các khái niệm của tính toán mềm với tập thô và tập mờ.
- Kết hợp kỹ thuật học tự động với kỹ thuật phân tích dữ liệu hình thức trong phát hiện và khai thác tri thức từ dữ liệu
 - + Nghiên cứu kỹ thuật xử lý kết hợp thuộc tính số (numeric) và phi số (non-numeric) thay cho việc dùng kỹ thuật rời rạc hoá các thuộc tính số liên tục.
 - + Mở rộng các kỹ thuật phân tích dữ liệu cơ bản cho các cấu trúc dữ liệu phức hợp
 - + Nghiên cứu các kỹ thuật phát hiện và khai thác tri thức gần đúng và đánh giá độ tin cậy của các tri thức phát hiện được.

II.2 Sản phẩm giao nộp

- Nghiên cứu và triển khai ứng dụng một hệ công cụ C4.5 phát hiện và khai thác tri thức từ cơ sở dữ liệu. Chương trình này đã được trải qua các thực nghiệm, tạo được những cây quyết định và luật sản xuất dễ hiểu và phân lớp tương đối chính xác các dữ liệu. Từ những mẫu đó có thể phát hiện và hình thành các kiểu tri thức có ích cho việc trợ giúp quyết định, đặt biệt trong khâu dự báo để làm quyết định.

- 4 bài báo đăng trong các sách chuyên ngành và Tuyển tập của Hội nghị Quốc tế.

1. Ho, T.B., Nguyen T.D., Kimura M., "Induction of Decision Trees Based on the Rough Set Theory", in book "Data Science, Classification and Related Methods", C. Hayashi et al. (Eds.) Springer-Verlag Tokyo, September 1997.
2. Ho, T.B., "Unsupervised Concept Learning Using Rough Concept Analysis", in book "Data Science, Classification and Related Methods", C. Hayashi et al. (Eds.), Springer-Verlag Tokyo, September 1997.
3. Ho, T.B., Nguyen, T.D., Shimodaira, H., Kimura, M., "An Interactive-Graphic Environment for Discovering and Using Conceptual Knowledge",

Proc. 7th European-Japanese Conference on Information Modelling and Knowledge Bases, Toulouse, May 1997, 327-343.

4. Ho, T.B., Funakoshi, K., "Information Retrieval Using Rough Sets", Proc. Pacific Asian Conference on Expert Systems, Singapore, February 1997, 361-368. Revised version was accepted for publication in Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence (July 1988).

III. Thiết kế, thử nghiệm và ứng dụng các hệ thông minh lai (Hybrid Intelligent System)

Nội dung cơ bản của các nghiên cứu được thực hiện trong đề tài tập trung theo các hướng sau:

- Nghiên cứu các cơ chế suy diễn trong các hệ luật logic, luật sản xuất. Giải quyết vấn đề thu nhận tri thức chuyên gia từ nhiều chuyên gia khác nhau, có chú ý đến vấn đề xử lý mâu thuẫn và tích hợp các ý kiến chuyên gia. Xây dựng Bộ công cụ tạo lập hệ chuyên gia trong môi trường phân tán.
- Nghiên cứu các cơ chế suy diễn mờ, suy diễn xác suất trong môi trường thông tin không chắc chắn, không chính xác và không đầy đủ. Tích hợp các cơ chế này để xây dựng Bộ công cụ tạo lập Hệ chuyên gia mờ và phân tán.
- Nghiên cứu các mô hình mạng nơron, mạng nơron mờ, tích hợp với giải thuật di truyền trong phân tích dữ liệu và khai phá dữ liệu theo cách tiếp cận hướng đối tượng để phát hiện tri thức dưới dạng các tính chất bất biến, các ràng buộc bất biến giữa các đối tượng phục vụ việc thu nhận tri thức không chỉ từ các chuyên gia, mà thu thập tự động từ các dữ liệu quan sát. Các tri thức này sẽ là cơ sở cho các quá trình suy diễn trong các hệ chuyên gia ứng dụng.
- Tích hợp các kỹ thuật hệ chuyên gia, logic mờ, mạng nơron, giải thuật di truyền, suy diễn hướng tình huống trong các hệ thông minh lai, các hệ thống tính toán mềm dẻo. Thử nghiệm các mô hình tích hợp khác nhau.
- Nghiên cứu mô hình tính toán song song, máy ảo song song và mô phỏng các hệ thống thông minh lai trong môi trường đó.

III.1 Nội dung thử nghiệm và ứng dụng tập trung theo những hướng sau:

- Các hệ thống chẩn đoán và xử lý sự cố kỹ thuật, trợ giúp quyết định trong các điều kiện thiếu thông tin, đánh giá chất lượng sản phẩm dựa trên các quan sát định lượng và định tính... áp dụng trong các bài toán kinh tế, kỹ

thuật, công nghệ khác nhau như đánh giá chất lượng bia, Salami, đánh giá tình trạng và nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường, chẩn đoán tình trạng kỹ thuật của các phương tiện giao thông, tư vấn luật pháp.

- Xử lý dữ liệu trong các nghiên cứu quá trình quá trình công nghệ, phục vụ cho việc lựa chọn giải pháp công nghệ, mô phỏng quá trình chẳng hạn như bài toán chiết dung môi lỏng-lỏng trong hoá học.
- Phân tích dữ liệu văn bản phục vụ cho việc phân loại từ, xây dựng từ mục trong các từ điển.

Đề tài đã tổ chức sinh hoạt chuyên môn vào chiều thứ 7 hàng tuần tại văn phòng bộ môn Các hệ thống thông tin, thuộc khoa Công nghệ Thông tin, trường Đại học Bách Khoa Hà nội với sự tham gia của các cán bộ thuộc các cơ quan khác như khoa Công nghệ Thông tin (Đại học Quốc gia Hà nội), khoa Công nghệ Thông tin (Học viện Bưu chính Viễn thông), Viện Công nghệ Thông tin, Bộ môn Tin học thuộc Trường Đại học Giao thông vận tải, khoa Công nghệ hoá học và thực phẩm (Đại học Bách Khoa Hà nội), Viện Công nghệ Xạ hiếm (Viện Năng lượng nguyên tử Quốc gia), Công ty AMEC, Viện Đào tạo tin học bằng tiếng Pháp.

Lực lượng cán bộ tham gia đề tài gồm 20 người trong đó 5 TS,PTS, 8 ThS, 3 NCS và một số sinh viên năm cuối.

Về mặt chuyên môn, đề tài được chia thành 4 nhóm:

- Nhóm 1** Công cụ tạo lập Hệ chuyên gia mờ phân tán
- Nhóm 2** Giải thuật di truyền và các ứng dụng
- Nhóm 3** Mạng nơ ron và các ứng dụng
- Nhóm 4** Các kỹ thuật tính toán mềm và các hệ thống lai.

III.2 Kết quả nghiên cứu và ứng dụng năm 1998

2.1 Kết quả nghiên cứu

1. Báo cáo Fuzzy distributed expert system building tool EXGEN and its application trong hội nghị Vietnam-Japan Conference on Fuzzy systems and applications, 10-1998.
2. Báo cáo An expert system for sensory evaluation of foodstuff products trong hội nghị Khoa học Công nghệ ASEAN, 10-1998 thuộc tiểu ban Công nghệ Sinh học.

3. Bài báo Giải thuật di truyền: Kỹ thuật và ứng dụng trong tạp chí Tin học và điều khiển học (đã nhận đăng).
4. Bài báo Tích hợp giải thuật di truyền và Mạng nơ ron trong phân tích dữ liệu trong tạp chí Tin học và điều khiển học (đã nhận đăng).
5. Báo cáo Multilayer Neural network learning based on genetic algorithm trong hội nghị Vietnam-Japan Conference on Fuzzy systems and applications, 10-1998.

2.2 Kết quả cài đặt và thử nghiệm

1. Xây dựng Công cụ tạo lập Hệ chuyên gia trong môi trường phân tán Exgen với các khả năng sau đây:
 - Soạn thảo tri thức
 - Kiểm tra tính mâu thuẫn trong cơ sở tri thức
 - Thiết lập môi trường làm việc : trên một máy đơn, trên mạng theo các phương thức:
 - Cơ sở tri thức ở máy chủ, các sự kiện được thu thập từ các máy trạm và suy diễn tại máy chủ
 - Cơ sở tri thức ở máy chủ, các sự kiện và nhiệm vụ suy diễn được thu thập từ các máy trạm và suy diễn tại các máy trạm.
 - Cơ sở tri thức ở các máy trạm, các sự kiện và nhiệm vụ suy diễn được thu thập từ các máy trạm và suy diễn tại các máy trạm.
 - Thực hiện quá trình suy diễn có trợ giúp giải thích.
1. Thử nghiệm Công cụ Exgen trong lĩnh vực đánh giá chất lượng thực phẩm dựa trên cảm quan. Các kết quả nhận được tương đối phù hợp với kết quả đánh giá theo phương pháp truyền thống dựa theo TCVN. Kết quả này được thực hiện phối hợp với các chuyên gia trong lĩnh vực này.
2. Xây dựng chương trình mô phỏng giải thuật di truyền giải các bài toán tối ưu nhiều biến dựa theo nguyên tắc tìm kiếm ngẫu nhiên trong không gian các phương án.
3. Tích hợp giải thuật di truyền với phương pháp hồi quy truyền thống trong phân tích và xử lý dữ liệu đối với bài toán chiết dung môi lỏng - lỏng trong công nghệ hoá học.
4. Xác định cấu trúc và bộ các trọng số tối ưu đối với mạng nơ ron nhiều lớp phục vụ cho phân tích các số liệu thí nghiệm trong công nghệ hoá học.

III.3 Kết quả đào tạo

Trong khuôn khổ hoạt động chuyên môn của đề tài đã hình thành các chủ đề nghiên cứu cho:

1.3 luận văn thạc sỹ :

- Giải thuật di truyền: Kỹ thuật và ứng dụng trong phân tích dữ liệu hoá học (đã bảo vệ)
- Giải thuật di truyền trong học cấu trúc và học tham số của mạng nơ ro nhiều lớp và ứng dụng trong công nghệ (đã bảo vệ).
- Xây dựng công cụ tạo lập hệ chuyên gia trong môi trường phân tán

2.1 luận án tiến sỹ

- Xây dựng công cụ tạo lập hệ chuyên gia mờ và ứng dụng trong công nghệ.

IV. Nghiên cứu một số vấn đề về tổng quát hoá bản đồ và ứng dụng trong các hệ thông tin địa lý

IV.1 Mục tiêu của đề tài

Mục tiêu của đề tài

Chuyển đổi nhiều dạng ảnh RASTER khác nhau sang ảnh VECTOR với nhiều dạng thông dụng trong các hệ thông tin địa lý hiện nay. Các mô đun chuyển đổi các ảnh bản đồ hoặc bản vẽ kỹ thuật sang các hệ phần mềm quản lý vec tơ nhanh hơn và dễ hơn nhiều so với các kỹ thuật số hoá truyền thống như Digitizer.

Các tệp kết được đưa ra bao gồm bản đồ ở dạng vec tơ sử dụng cho nhiều hệ thống thông tin địa lý khác nhau. ảnh được đọc vào gần 40 dạng file ảnh khác nhau như: PCX, TIF, JPG,... và đưa ra các dạng DXF (AutoCAD), BNA (ASCII boundary file), AtlasGIS, PopMap, MapInfo...

Phương pháp nghiên cứu

Cơ sở để thực hiện đề tài này dựa trên sự kết hợp giữa các tri thức của một số lĩnh vực của công nghệ thông tin như nhận dạng, xử lý ảnh, đồ hoạ máy tính. kỹ thuật lập trình hướng đối tượng trên môi trường Windows. Mẫu chốt của đề tài là tạo ra thủ tục chuyển đổi ảnh đen trắng, đa cấp xám và màu sang dạng vec tơ theo biên.

Cụ thể cần nghiên cứu:

- Nghiên cứu phương pháp dò biên.
- Véc tơ hoá theo biên ảnh đen trắng, ảnh đa cấp xám, ảnh màu.

IV.2 Nội dung nghiên cứu đã đăng ký

Các phân việc cần thực hiện trong hai năm 1996-1998 :

Thiết kế các mô đun cho hệ MapScan có khả năng véc tơ hoá biên với các ảnh đen trắng, ảnh đa cấp xám, ảnh màu.

Sản phẩm giao nộp

- Phần mềm MapScan.
- Tài liệu hướng dẫn sử dụng hệ nhập bản đồ tự động MapScan.
- 1 bài báo nghiên cứu.

IV.3 Những công việc chính đã thực hiện

Nghiên cứu kỹ thuật và thiết kế Phần mềm bản đồ tự động với các yêu cầu:
Tự động hoá nhập bản đồ - chuyển đổi sang dạng véc tơ các đường biên trên bản đồ thu được dưới dạng đen trắng, đa cấp xám và màu.

Năm 1996-1997: Thiết kế phần mềm MapScan trên Windows

Năm 1998 cài đặt các thuật toán véc tơ hoá cho cả ba loại ảnh trên: Bao gồm các phương thức tự động và bán tự động.

IV.4 Những kết quả đã đạt được

Sản phẩm giao nộp

1. Phần mềm :

- Phần mềm nhập bản đồ tự động MapScan trên Windows 1.0
- Tài liệu hướng dẫn sử dụng

2. Bài báo:

Chúng tôi đã viết được 9 bài báo và đăng trên tạp chí Tin học và Điều khiển, kỷ yếu hội nghị Nhật-Việt VJFUZZY'98 tại Hạ long 30/9 -2/10 năm 1998, kỷ yếu hội nghị CMIT "Conference of Microelectronics and Information Technology" tại Hà nội, 12-14/10 năm 1998.

- [1] Bạch Hưng Khang, Vũ Duy Mẫn, Lương Chi Mai, Ngô Quốc Tạo et al., *Mapscan for Windows - Software Package for Automatic Map Data*

Entry, Hội nghị khoa học Kỷ niệm 20 thành lập Viện CNTT - Công nghệ Thông tin nghiên cứu và phát triển (báo cáo toàn văn), tr. 228-235, tháng 12 năm 1996.

- [2] Đỗ Năng Toàn: "Một kỹ thuật tương tác trong quá trình véc tơ hoá bản đồ", Tuyển tập báo cáo hội nghị KH Viện CNTT, Hà nội, 5-6/12/1996, tr. 548-553.
- [3] Ngo Quoc Tao, *A Formal Specification of Realm-based Spatial Data Types*, Hội nghị khoa học Kỷ niệm 20 thành lập Viện CNTT - Công nghệ Thông tin nghiên cứu và phát triển (báo cáo toàn văn), tr. 269-381, tháng 12 năm 1996.
- [4] Bach Hung Khang, Luong Chi Mai, Ngo Quoc Tao et al., *Mapscan For Windows Package For Automatic Map Data Entry*, Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT'97), In commemoration of HUT, pp. Apsitt'97-2.1.1 - Apsitt'97-2.1.4, Hanoi, Vietnam, 13-14 March, 1997.
- [5] Đỗ Năng Toàn: "Một phương pháp giữ các điểm khớp trong quá trình véc tơ hoá bản đồ tự động không qua làm mảnh", tạp chí Tin học và Điều khiển học, Tập 13, số 4, năm 1997.
- [6] Đỗ Năng Toàn, Ngô Quốc Tạo, *Kết hợp các phép toán Hình thái học và làm mảnh để nâng cao chất lượng ảnh đường nét*, Tạp chí Tin học và Điều khiển, Tập 14, Số 3 năm 1998.
- [7] Ngo Quoc Tao, *Rubber Sheetting And Using Map Projection for Automatic Map Data Entry*, the proceeding, V.IFUZZY'98: Vietnam-Japan Bilateral Symposium on Fuzzy Systems and Applications, pp180-187, Halong Bay, Vietnam, 30th September-2nd October, 1998.
- [8] Bạch Hưng Khang, Vũ Duy Mẫn, Lương Chi Mai, Ngô Quốc Tạo et al., *Improving an Applicability of Functions of Automatic Map Data Entry Systems*, Proceedings: The 5th Asean Science and Technology Week-The Science Conference of Microelectronics and Information Technology, pp.91-97, Hanoi Vietnam, 12-14 October, 1998.
- [9] Ngo Quoc Tao, *A Formal Specification of Realm-based Spatial Data Types*, Proceedings: The 5th Asean Science and Technology Week-The Science Conference of Microelectronics and Information Technology, pp.112-123, Hanoi Vietnam, 12-14 October, 1998.

IV.4 Đánh giá kết quả thực hiện

1. Mục tiêu đề tài đã đề ra:

- Xây dựng các mô đun véc tơ hoá theo biên.
- Viết tài liệu hướng dẫn sử dụng.
- Viết 1 bài báo.

2. Chỉ tiêu kỹ thuật.

- Chương trình MapScan có thể véc tơ hoá được các ảnh đen trắng, đa cấp xám và màu.

- Viết được tài liệu hướng dẫn sử dụng bằng tiếng Anh gồm các chương sau:

Chương 1. Giới thiệu

Chương này giới thiệu về hệ GIS, bản đồ giấy và số hoá bản đồ, đọc bản đồ, số hoá bản đồ bằng tay. Cuối chương giới thiệu véc tơ hoá tự động, bản đồ véc tơ hoá.

Chương 2. Trình bày MapScan

Trong chương này trình bày việc véc tơ hoá với MapScan, yêu cầu của hệ.

Chương 3. Khởi động MapScan

Chương này trình bày phương pháp sử dụng MapScan tạo lập (installing), xoá(un-installing) phần mềm này trên đĩa, cách sử dụng Scanner trong hệ MapScan.

Chương 4. Làm việc với ảnh Raster

Chương này trình bày chức năng sửa đổi ảnh như cắt, dán, dịch chuyển, xoá sửa, quay ảnh và ghép ảnh. Chương này cũng trình bày các phương pháp cải thiện ảnh, phân loại ảnh, chuyển đổi ảnh từ màu sang đa cấp xám (8 hoặc 4 bit, chuyển sang ảnh màu có số bit lưu 1 điểm ảnh ít hơn ảnh gốc (giảm số mức trong ảnh màu).

Chương 5. Trích chọn chữ

Chương này trình bày cách sử dụng chức năng nhận dạng chữ trong bản đồ.

Chương 6. Véc tơ hoá

Trong chương này trình bày cách sử dụng mô đun véc tơ hoá như:

- Đặt tham số gồm đặt ngưỡng, đặt mode cho véc tơ hoá, đặt danh mục cho ảnh vào và kết quả,
- Véc tơ hoá gồm các mode tự động, bán tự động, véc tơ hoá một số tệp được

V. Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM

V.1 Kết quả năm 1996.

- Cho ra đời sách tham khảo:

“ Tổng quan về kỹ thuật mạng B-ISDN”

Tác giả: Nguyễn Hữu Thanh - Cán bộ giảng dạy khoa Điện tử- Viễn thông.

Thành viên nhóm đề tài.

Nhà xuất bản Khoa học - Kỹ thuật, 1996 (Tái bản 1997)

Nội dung gồm hai phần:

- Phần A trình bày các đặc điểm chung của ATM, các dịch vụ, các tính toán để thiết lập các tham số ATM, các giao thức, các vấn đề về báo hiệu, chuyển mạch, truyền dẫn.
- Phần B đề cập đến các khía cạnh kỹ thuật cụ thể trong B-ISDN và kiến trúc của B-ISDN.

V.2 Kết quả của năm 1997.

Các báo cáo khoa học.

- Báo cáo “ Công nghệ ATM trong mạng cục bộ ”

Tác giả: Nghiên cứu sinh Tạ Đình Hùng. Thành viên nhóm đề tài.

In trong Tuyển tập báo cáo khoa học trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm tắt nội dung:

Giới thiệu ứng dụng công nghệ ATM trong mạng cục bộ (LAN) và đưa ra một số kiến trúc LAN sử dụng ATM thay cho công nghệ cũ.

Báo cáo còn đưa ra một mô hình phát triển theo ba giai đoạn từ LAN hiện tại tiến tới LAN trên cơ sở ATM cho phép truyền số liệu, âm thanh, và hình ảnh với tốc độ cao (155 Mbps hoặc lớn hơn).

- Báo cáo “ Nguyên lý tự định tuyến đa tầng kết hợp phương pháp bảng chuyển đổi VCI - một giải pháp cho cấu trúc chuyển mạch ATM ”

Tác giả: Nghiên cứu sinh Hoàng Đăng Hải. Thành viên nhóm đề tài.

In trong Tuyển tập báo cáo khoa học trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm tắt nội dung:

Tổng hợp, phân loại các cấu trúc chuyển mạch dùng cho ATM, nêu các yêu cầu chung đối với trường chuyển mạch ATM. Phân tích nguyên lý tự định tuyến đa tầng dùng phương pháp chọn thẻ từ bảng và cấu trúc phần tử chuyển mạch tự định tuyến. Giới thiệu một mạng thử nghiệm ATM để minh họa cho ứng dụng trường chuyển mạch theo nguyên lý trên.

Tài liệu tham khảo về các vấn đề sau.

- **Điều khiển lỗi tiêu đề của tế bào ATM.**

Nội dung gồm hai phần:

- Phần một trình bày tổng quan về mã khối trong đó đặc biệt quan tâm đến mã vòng. Phần này còn đưa ra một số ví dụ về phương pháp lập mã, giải mã, để làm cơ sở cho nghiên cứu điều khiển lỗi tiêu đề của tế bào ATM ở phần tiếp theo.
- Phần hai trình bày phương pháp điều khiển lỗi tiêu đề và tạo mã sửa lỗi của tế bào ATM.

- **Quản lý lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn.**

Nội dung gồm năm chương, trình bày các vấn đề sau:

- Vai trò của nút chuyển mạch ATM đối với việc quản lý lưu lượng trong mạng ATM.
- Hợp đồng lưu lượng: đưa ra định nghĩa về tiêu chuẩn lưu lượng và điều khiển tắc nghẽn trong mạng ATM, các tham số lưu lượng cơ bản và các phương pháp quản lý lưu lượng.

- **Kết nối giữa mạng cục bộ ATM (ATM - LAN) và mạng máy tính cục bộ (LAN)**

Nội dung gồm hai phần:

- Phần một giới thiệu hiện trạng phát triển của mạng cục bộ (LAN) và các công nghệ liên quan như Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI,...
- Phần hai trình bày các giải pháp ứng dụng ATM vào LAN, cấu trúc ATM - LAN, và đưa ra giải pháp kết nối LAN hiện hữu và ATM - LAN.

V.3 Kết quả của năm 1998.

- **Trang Web phục vụ giảng dạy.**

Nội dung gồm sáu chương giới thiệu công nghệ ATM, các khái niệm cơ bản về ATM, hệ thống chuyển mạch ATM, mạng truyền dẫn dùng cho ATM, công nghệ ATM trong LAN và ứng dụng của mạng ATM.

Trang Web được tổ chức sinh động bao gồm văn bản, âm thanh, hình ảnh và có minh họa công nghệ ATM thông qua ví dụ vui hấp dẫn người học.

- **Tài liệu tham khảo về các chuẩn của ATM và mô hình mạng quản lý viễn thông.**

Nội dung: Giới thiệu tổng quan về các chuẩn về ATM đã được ban hành, đi sâu phân tích các chuẩn về quản lý mạng và các giải pháp để xây dựng mạng quản lý viễn thông (TMN).

- **Tài liệu giới thiệu một mô hình kiểm tra, đo thử các tham số và chỉ tiêu kỹ thuật của mạng ATM.**

Tài liệu định nghĩa phân tích các tham số cơ bản của mạng ATM, đưa ra mô hình kiểm tra và đo thử, đồng thời giới thiệu hai thiết bị đo: ANT - 20 và HP 5200A là những thiết bị đo hiện đại để kiểm tra các tham số và đánh giá chất lượng hoạt động của mạng.

V.4 Nhận xét về kết quả thu được so với mục tiêu đề ra.

Qua hơn hai năm nghiên cứu, đề tài đã đạt được một số kết quả có ý nghĩa. Các kết quả đã đạt được bao gồm:

- Hai tài liệu dùng cho giảng dạy, trong đó có một sách và một phần mềm.
- Sáu tài liệu tham khảo trình bày các vấn đề cốt lõi nhất của công nghệ ATM
- Hai bài báo khoa học trình bày một số kết quả nghiên cứu trên đề tài cụ thể của nghiên cứu sinh.
- Một mô hình kết nối giữa ATM - LAN và LAN truyền thống, đã được thử nghiệm trong thực tế tại phòng thí nghiệm.

Ngoài ra, trên đề tài này đã có 17 luận văn cao học được hoàn thành và có 1 luận văn tiến sĩ đang được hoàn thành ở giai đoạn cuối.

Ngoài các kết quả trên, đề tài cũng đã góp phần duy trì hoạt động của phòng thí nghiệm ATM của trường Đại học Bách khoa Hà nội.

Tóm lại, các kết quả của nhóm nghiên cứu đã đạt được yêu cầu và mục tiêu của đề tài.

VI. Nghiên cứu triển khai xây dựng một số ứng dụng Multimedia

VI.1 Những nội dung công việc đã thực hiện

- Thu thập tài liệu, tìm hiểu mô hình CSDL Multimedia, các khả năng ứng dụng công nghệ Multimedia.
- Tìm hiểu, khai thác một số bộ chương trình, phần mềm xây dựng ứng dụng Multimedia hiện có của thế giới (Multimedia Viewer, Microsoft C, Visual Basic□).
- Xây dựng mô hình bài học ngoại ngữ động có sử dụng phương tiện Multimedia. Triển khai thiết kế một số modun chương trình mẫu phục vụ tra cứu dữ liệu Multimedia và thiết kế bài học ngoại ngữ động.

- Thiết kế bộ công cụ phần mềm trợ giúp tạo một số ứng dụng Multimedia dạng tra cứu.

VI.2 Các sản phẩm cụ thể:

Báo cáo chi tiết kết quả nghiên cứu gồm 4 phần trình bày về những nội dung sau:

- *Về mô hình dữ liệu và công cụ tạo giao diện Multimedia.* Đề cập những nét khái quát về mô hình dữ liệu Multimedia, thiết kế công cụ tạo một số giao diện tìm kiếm và xử lý dữ liệu Multimedia chuẩn.
- *Xây dựng bộ công cụ tạo ứng dụng Multimedia dạng tra cứu.* Hệ thống chương trình được viết trên VB 4.0 cho phép người dùng tự mình thiết kế những ứng dụng cụ thể một cách dễ dàng với các giao diện có thể thay đổi được. Tất cả các chức năng đều được Việt hoá, tiện dùng cho cả những người không chuyên sâu về tin học.
- *Về việc xây dựng bài học ngoại ngữ sử dụng phương tiện Multimedia.* Trình bày mô hình tổng quát của bài toán xây dựng bài học ngoại ngữ trên cơ sở sử dụng phương tiện Multimedia, những yêu cầu cơ bản của việc tổ chức dữ liệu cho bài học, thiết kế một số modul liên kết dữ liệu Multimedia trên Multimedia Viewer, C và VB.
- *Bản thảo “Lập trình trên WINDOWS qua Visual Basic”* xây dựng trên cơ sở các đơn nguyên học tập chuẩn. Bản thảo đang được hoàn thiện bổ sung để phát hành trong năm 1998.

VI.3 Kết quả đào tạo:

Các kết quả nghiên cứu đã được sử dụng một phần trong đào tạo kỹ sư tin học hệ chính quy khoá 28 và chuyển loại kỹ sư tin học khoá 4 tại Học viện KTQS. Đã có 6 đồ án tốt nghiệp đại học được hoàn thành theo những hướng nghiên cứu của Đề tài.

VI.4 Các kết quả ứng dụng trong thực tiễn:

Một số kết quả nghiên cứu về mô hình dữ liệu, các phương pháp tổ chức lưu trữ và tìm kiếm dữ liệu Multimedia đã được sử dụng để xây dựng một đĩa CD dạy ngoại ngữ cho trẻ em (đã được Bộ VH&TH và NXB Thế giới phát hành tháng 4/1998; sản phẩm hợp tác của Đề tài với Công ty TNHH Công Tâm).

VI.5 Nhận xét đánh giá kết quả thực hiện nhiệm vụ:

Tuy thời gian thực hiện không nhiều (10/1996-12/1997) song nhóm Đề tài đã cố gắng tập trung công sức hoàn thành tốt các nội dung đặt ra. Các kết quả thu được giai đoạn qua là một bước tiếp cận cơ bản tới một lĩnh vực CNTT đang phát triển rất mạnh mẽ, có nhiều ứng dụng trong thực tế, đáp ứng các nhu cầu cấp bách của việc đưa những nội dung cơ bản của công nghệ Multimedia vào quá trình giảng dạy và đào tạo, đồng thời tạo tiền đề tốt cho các nghiên cứu tiếp theo.

VII. Nghiên cứu phương pháp xây dựng hệ thông tin địa lý trên mạng INTRANET

VII.1 Những công việc đã triển khai

- Nghiên cứu lý luận

Nghiên cứu các công nghệ tích hợp CSDL-WEB để đề xuất mô hình hệ thống cho CSDL địa lý trên mạng Internet. Đặc thù của CSDL địa lý là bao gồm cả dữ liệu có cấu trúc, và các loại dữ liệu phi cấu trúc như văn bản, bản đồ, ... Tiến trình trao đổi dữ liệu giữa máy chủ và các trạm làm việc phải được thực hiện nhanh, trong khoảng thời gian chấp nhận được. Các vấn đề đã và đang nghiên cứu là:

- Kiến trúc của ứng dụng CSDL WEB
- Các phương pháp tổ chức Gateways, thủ tục trao đổi dữ liệu giữa máy chủ và trạm làm việc: CGI và ISAPI. Thăm nhập CSDL qua ODBC, JDBC và các phần mềm công cụ khác.
- Phương pháp mở rộng trình duyệt WEB. Phương pháp xây dựng HTTP Server mở rộng và bộ lọc.
- Lựa chọn ngôn ngữ xây dựng ứng dụng: 4GL, Java và C/C++.
- Nghiên cứu các thuật toán thu thập và biểu diễn thông tin bản đồ

- Triển khai xây dựng phần mềm

- Đang cài đặt chương trình IIS Extension và Filter trên Windows NT.
- Đang cài đặt thử chương trình khai thác dữ liệu bản đồ từ server thông qua thủ tục của Internet.

VII.2 Sản phẩm giao nộp

- 1 bài báo khoa học đăng trên tạp chí Tin học và điều khiển học
- Đang hiệu chỉnh thiết kế hệ thống và đang triển khai thử các mô đun chương trình nên chưa có kết quả cuối cùng.

BÁO CÁO TÀI CHÍNH

Kinh phí hàng năm được phân bổ cho các nhánh đề tài như sau:

- Kinh phí năm 1996: 100 triệu

1. Nhận dạng và Công nghệ tri thức + Quản lý đề tài

Chủ trì: PTS Lương Chi Mai, Viện Công nghệ thông tin

Số tiền là: 50.000.000đ (Năm mươi triệu đồng)

2. Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM

Chủ trì: PGS, PTS Phạm Minh Hà, Đại học bách khoa Hà Nội

Số tiền là: 25.000.000đ (Hai mươi năm triệu đồng)

3. Nghiên cứu triển khai xây dựng một số ứng dụng Multimedia

Chủ trì: GS TS Phạm Thế Long, Học Viện kỹ thuật Quân Sự

Số tiền là: 25.000.000đ (Hai mươi năm triệu đồng)

- Kinh phí năm 1997: 200 triệu

1. Nhận dạng và Công nghệ tri thức + Quản lý đề tài

Chủ trì: PTS Lương Chi Mai, Viện Công nghệ thông tin

Số tiền là: 100.000.000đ (Một trăm triệu đồng)

2. Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM

Chủ trì: PGS, PTS Phạm Minh Hà, Đại học bách khoa Hà Nội

Số tiền là: 50.000.000đ (Năm mươi năm triệu đồng)

3. Nghiên cứu triển khai xây dựng một số ứng dụng Multimedia

Chủ trì: GS TS Phạm Thế Long, Học Viện kỹ thuật Quân Sự

Số tiền là: 50.000.000đ (Năm mươi năm triệu đồng)

- Kinh phí năm 1998: 300 triệu

Thực hiện quyết định tiết kiệm 10% của nhà nước, đề tài thực nhận là 270 triệu đồng.

1. Nhận dạng

Chủ trì: PTS Lương Chi Mai, Viện Công nghệ thông tin
Số tiền là: 70.000.000đ (Bảy mươi triệu đồng)

2. Công nghệ tri thức.

Chủ trì: PGS, PTS Hồ Tú Bảo, Viện Công nghệ thông tin
Số tiền là: 40.000.000đ (Bốn mươi triệu đồng)

3. Thiết kế, thử nghiệm và ứng dụng các hệ thống minh lai (Hybrid Intelligent System)

Chủ trì: PTS Nguyễn Thanh Thuỷ, Đại học bách khoa Hà Nội
Số tiền là: 23.000.000 (Hai mươi ba triệu đồng)

4. Nghiên cứu một số vấn đề về tổng quát hoá bản đồ và ứng dụng trong các hệ thống tin địa lý

Chủ trì: PTS Ngô Quốc Tạo, Viện Công nghệ thông tin
Số tiền là: 30.000.000đ (Ba mươi triệu đồng)

5. Công nghệ chuyển tải không đồng bộ ATM

Chủ trì: PGS, PTS Phạm Minh Hà, Đại học bách khoa Hà Nội
Số tiền là: 80.000.000đ (Tám mươi triệu đồng)

6. Nghiên cứu phương pháp xây dựng hệ thống tin địa lý trên mạng INTRANET

Chủ trì: PTS. Đặng Văn Đức, Viện Công nghệ Thông tin
Số tiền là: 20.000.000đ (Hai mươi triệu đồng)

7. Quản lý việc thực hiện đề tài

Chịu trách nhiệm: Ngô Cao Sơn - Thư ký đề tài
Số tiền là: 7.000.000đ (Bảy triệu đồng)

Kinh phí đã được sử dụng hết theo đúng đăng ký và đúng qui định

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ KIẾN NGHỊ

Đề tài đã hoàn thành tốt khối lượng công việc đã đặt ra. Đề tài đã cho ra được những kết quả tổng hợp bổ ích đặt nền móng cho những nghiên cứu sâu hơn trong các năm tới. Các kết quả này còn có giá trị tham khảo cho các cán bộ khoa học muốn đi sâu nghiên cứu vào vấn đề này.

Đề tài được triển khai phù hợp với tình hình phát triển hiện tại và trong tương lai gần của hướng phát triển công nghệ thông tin của Việt Nam. Đề tài đã tập trung được một lực lượng cán bộ nghiên cứu có khả năng cao, và đã thu được một số kết quả rất tốt, một số kết quả có thể được ứng dụng trong thực tiễn.

Vì hướng của đề tài còn phát triển, công việc còn phải làm nhiều hơn thế nên chúng tôi xin được tiếp tục thực hiện đề tài đến năm 2000 và đề nghị Ban chủ nhiệm cấp tăng thêm kinh phí lớn hơn vào những năm tới để chúng tôi có điều kiện bổ sung thêm trang thiết bị và có thể tập hợp đông đảo hơn nữa cán bộ trực tiếp nghiên cứu.

Hướng phát triển của đề tài của các nhánh nghiên cứu được trình bày chi tiết trong "Đề cương nghiên cứu giai đoạn 1999-2000"

Hà nội, Ngày 02 tháng 7 năm 1998
Chủ nhiệm đề tài

GS. TS Bạch Hưng Khang