

TRẦN XUÂN NAM (CHỦ BIÊN), LÊ THỊ THANH HUYỀN

GIÁO TRÌNH MẠNG VIỄN THÔNG

TRẦN XUÂN NAM (CHỦ BIÊN)  
LÊ THỊ THANH HUYỀN

# GIÁO TRÌNH MẠNG VIỄN THÔNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. Trần Xuân Nam (*Chủ biên*) - ThS. Lê Thị Thanh Huyền

# Giáo trình

# MẠNG VIỄN THÔNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



# Mục lục

Giới thiệu . . . . .	xi
<b>1 Mạng viễn thông và cấu trúc phân lớp giao thức</b>	<b>1</b>
1.1 Mạng viễn thông và các dịch vụ . . . . .	1
1.2 Cấu trúc phân lớp mạng và các ứng dụng . . . . .	7
1.3 Bộ giao thức Internet và mô hình kiến trúc giao thức TCP/IP . . . . .	15
<b>2 Mạng điện thoại</b>	<b>21</b>
2.1 Cơ sở về điện thoại . . . . .	21
2.2 Kết nối mạng điện thoại sử dụng tổng đài . . . . .	24
2.3 Mạng điện thoại . . . . .	30
2.4 Cấu trúc bộ chuyển mạch . . . . .	37
2.5 Kỹ thuật lưu lượng và bài toán định cỡ mạng điện thoại . . . . .	49
2.6 Điều khiển định tuyến trong mạng điện thoại . . . . .	62
2.7 Báo hiệu trong mạng điện thoại và hệ báo hiệu SS7 . . . . .	66
2.8 Một số dịch vụ phát triển trên cơ sở hạ tầng của mạng điện thoại . . . . .	73
<b>3 Mạng chuyển mạch gói</b>	<b>77</b>
3.1 Giới thiệu . . . . .	77
3.2 Nguyên lý và đặc điểm của mạng chuyển mạch gói . . . . .	77
3.3 Các dịch vụ trong mạng chuyển mạch gói . . . . .	80
3.4 Các chế độ chuyển mạch trong mạng chuyển mạch gói . . . . .	82
3.5 Cấu trúc kết nối mạng chuyển mạch gói . . . . .	92
3.6 Cấu trúc bộ chuyển mạch gói . . . . .	96
3.7 Định tuyến trong mạng chuyển mạch gói . . . . .	101
3.8 Hoạt động định tuyến của các loại mạng chuyển mạch gói . . . . .	104
3.9 Các thuật toán tìm đường ngắn nhất . . . . .	108
3.10 Một số giải pháp định tuyến đặc biệt . . . . .	116

---

3.11	Chuyển mạch tế bào và mô hình B-ISDN . . . . .	120
3.12	Chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS . . . . .	131
<b>4</b>	<b>Mạng cục bộ và giao thức điều khiển truy nhập môi trường</b>	<b>143</b>
4.1	Kỹ thuật điều khiển truy nhập môi trường . . . . .	143
4.2	Giao thức điều khiển truy nhập môi trường kiểu định trình . . . . .	164
4.3	Mạng cục bộ LAN . . . . .	174
4.4	Một số mạng LAN điển hình . . . . .	177
4.5	Các thiết bị mạng . . . . .	193
	<b>Tài liệu tham khảo</b>	<b>203</b>

# Danh sách hình vẽ

1.1	Ví dụ một mạng viễn thông. . . . .	2
1.2	Phân loại mạng theo phạm vi địa lý. . . . .	5
1.3	Mối quan hệ giữa các lớp trong mô hình OSI [6]. . . . .	10
1.4	Mô hình phân lớp OSI. . . . .	11
1.5	Quá trình đóng gói dữ liệu giao thức trong mô hình OSI. . . . .	14
1.6	Mô hình tập giao thức TCP/IP [6]. . . . .	16
1.7	Quá trình đóng gói dữ liệu trong bộ giao thức TCP/IP. . . . .	19
1.8	Mô hình phân lớp của tập giao thức TCP/IP. . . . .	20
2.1	Cơ sở về điện thoại. (a) Thoại một chiều trên 2 dây; (b) Thoại 2 chiều (song công) trên 4 dây; (c) Thoại hai chiều và báo hiệu trên 8 dây [11]. . . . .	22
2.2	Sơ đồ hệ thống điện thoại sử dụng mạch biến đổi 4 dây-thành-2 dây. . . . .	23
2.3	Hệ thống điện thoại đơn giản với mạch báo hiệu sử dụng chung 2 dây dẫn. . . . .	23
2.4	Mạng điện thoại kết nối trực tiếp theo đồ hình lưới. . . . .	24
2.5	Kết nối mạng điện thoại sử dụng tổng đài. . . . .	25
2.6	Chức năng chính của tổng đài [11]. . . . .	25
2.7	Quá trình thực hiện cuộc gọi điện thoại. . . . .	28
2.8	Đĩa quay số xung và bàn phím âm tần DTMD của điện thoại. . . . .	29
2.9	Tối ưu chi phí xây dựng mạng điện thoại [11]. . . . .	31
2.10	Cấu trúc mạng điện thoại [11]. . . . .	32
2.11	Kiến trúc mạng điện thoại. . . . .	33
2.12	Quy tắc đánh số điện thoại. . . . .	35
2.13	Nguyên lý định tuyến cuộc gọi điện thoại qua mạng. . . . .	35
2.14	Chuyển mạch không gian ngang dọc. . . . .	37
2.15	Cấu trúc khung TDM. . . . .	39
2.16	Chuyển mạch thời gian TSI. . . . .	40
2.17	Chuyển mạch không gian số. . . . .	42
2.18	Chuyển mạch không gian đa tầng. . . . .	43

2.19	Chuyển mạch không gian đa tầng không bị nghẽn khi $k = 2n - 1$ . . . . .	45
2.20	Chuyển mạch không gian đa tầng với $k = n$ . . . . .	47
2.21	Sơ đồ chức năng của một chuyển mạch ghép lai T-S-T. . . . .	48
2.22	Lưu chuyển khe thời gian giữa các bộ chuyển mạch trong chuyển mạch ghép lai. . . . .	48
2.23	Chuyển mạch T-S-T chỉ sử dụng một chuyển mạch ngang dọc ở tầng trung gian. . . . .	49
2.24	Số cuộc gọi đến trong một phút tại một tổng đài [5]. . . . .	51
2.25	Số cuộc gọi đến trung bình trong một phút tại một tổng đài [5]. . . . .	51
2.26	Thời gian giữ máy trung bình của các cuộc gọi tại một tổng đài [5]. . . . .	52
2.27	Mô hình lưu lượng của một tổng đài. . . . .	53
2.28	Lưu lượng truyền tải ở một tổng đài [5]. . . . .	54
2.29	Ví dụ minh họa về đơn vị cường độ lưu lượng. . . . .	55
2.30	Ví dụ minh họa về khối lượng lưu lượng. . . . .	56
2.31	Mối quan hệ giữa định tính giữa ba đại lượng cường độ lưu lượng $A$ , số kênh trung kế $n$ và chất lượng dịch vụ $(1 - P_b)$ . . . . .	61
2.32	Định tuyến thay thế. . . . .	64
2.33	Định tuyến thay thế động DAR. . . . .	65
2.34	Quá tải trong mạng điện thoại. . . . .	65
2.35	Phân chia miền báo hiệu trong mạng điện thoại [6]. . . . .	67
2.36	Phân loại báo hiệu trong mạng điện thoại [6]. . . . .	68
2.37	Cấu trúc mạng báo hiệu SS7. . . . .	70
2.38	Bộ giao thức SS7 tương ứng với mô hình OSI. . . . .	72
2.39	Truyền dữ liệu qua mạng điện thoại sử dụng MODEM quay số. . . . .	73
2.40	Phân bố phổ tần số trong ADSL. . . . .	74
2.41	Truy nhập Internet sử dụng ADSL. . . . .	75
3.1	Nguyên lý chuyển mạch gói [10]. . . . .	78
3.2	Nguyên lý chuyển mạch gói. . . . .	79
3.3	Thủ tục truyền tải qua mạng. . . . .	82
3.4	Chế độ chuyển mạch datagram [10]. . . . .	84
3.5	Chế độ chuyển mạch kênh ảo [10]. . . . .	85
3.6	Trễ trong chuyển mạch bản tin. . . . .	86
3.7	Trễ trong chuyển mạch gói. . . . .	87
3.8	Ảnh hưởng của kích thước gói tin đến trễ truyền dẫn [10]. . . . .	90

3.9	So sánh trễ truyền của chuyển mạch kênh và các chế độ chuyển mạch gói [10] . . . . .	91
3.10	Cấu trúc mạng chuyển mạch gói. . . . .	92
3.11	Cấu trúc một mạng cơ quan điển hình [6]. . . . .	93
3.12	Mức liên kết liên miền và nội miền [6]. . . . .	94
3.13	Trao đổi lưu lượng giữa các nhà cung cấp dịch vụ [6]. . . . .	96
3.14	Cấu trúc bộ chuyển mạch gói. . . . .	97
3.15	Cấu trúc bộ chuyển mạch gói. . . . .	98
3.16	Chuyển mạch gói sử dụng các kỹ thuật khác nhau. . . . .	100
3.17	Ví dụ về đồ hình một mạng chuyển mạch gói. . . . .	102
3.18	Ví dụ về kênh ảo trong mạng chuyển mạch gói. . . . .	104
3.19	Thiết lập kết nối trong chế độ kênh ảo. . . . .	105
3.20	Ví dụ về định tuyến của chuyển mạch gói ở chế độ kênh ảo. . . . .	105
3.21	Ví dụ về định tuyến của chuyển mạch gói ở chế độ điện tín. . . . .	107
3.22	Ví dụ về mạng chuyển mạch gói với các chi phí cho các liên kết. . . . .	108
3.23	Đường ngắn nhất từ nguồn đến đích. . . . .	111
3.24	Sơ đồ đường ngắn nhất đến nút 6 sử dụng thuật toán Bellman-Ford. . . . .	113
3.25	Cấu hình mạng khi có một tuyến bị đứt. . . . .	113
3.26	Sơ đồ đường ngắn nhất từ nút 6 tới các nút sử dụng thuật toán Dijkstra . . . . .	116
3.27	Ví dụ về định tuyến kiểu đánh tràn. . . . .	117
3.28	Định tuyến kiểu đánh lệch. . . . .	119
3.29	Ví dụ về định tuyến nguồn. . . . .	120
3.30	Mạng ATM. . . . .	121
3.31	Cấu trúc tế bào ATM. . . . .	121
3.32	Các thành phần cơ bản của mạng ATM. . . . .	122
3.33	Mô hình tham chiếu B-ISDN. . . . .	123
3.34	Mô hình tham chiếu ATM. . . . .	123
3.35	Các giao diện mạng ATM. . . . .	124
3.36	Cấu trúc đầu gói của tế bào ATM. . . . .	125
3.37	Các kết nối ảo ATM. . . . .	126
3.38	Các phân lớp của lớp phối hợp ATM (AAL). . . . .	129
3.39	Quá trình đóng gói của AAL1. . . . .	129
3.40	Quá trình đóng gói của AAL2. . . . .	130
3.41	Mô hình mạng MPLS. . . . .	132
3.42	Cấu trúc bộ chuyển mạch nhãn MPLS [8]. . . . .	132



3.43	Nhãn MPLS. . . . .	133
3.44	Thiết lập LSP sử dụng CR-LDP [8]. . . . .	138
3.45	Thiết lập LSP sử dụng RSVP [8]. . . . .	139
3.46	Xếp chồng nhãn qua mạng lõi MPLS [8]. . . . .	140
4.1	Môi trường đa truy nhập. . . . .	143
4.2	Phân loại các kỹ thuật điều khiển truy nhập môi trường [6]. . . . .	144
4.3	Mô hình mạng truyền thông đơn giản gồm hai trạm [6]. . . . .	145
4.4	Sự phụ thuộc của trễ truyền vào tải lưu lượng [6]. . . . .	147
4.5	Sự phụ thuộc của trễ truyền vào tích trễ băng thông chuẩn hóa [6]. . . . .	148
4.6	Nguyên lý làm việc của giao thức ALOHA [6]. . . . .	149
4.7	Thông lượng các giao thức ALOHA [6] . . . . .	151
4.8	Nguyên lý làm việc của giao thức ALOHA phân khe [6]. . . . .	152
4.9	Nguyên lý làm việc của giao thức CSMA. . . . .	154
4.10	Đặc tính thông lượng của các giao thức CSMA [6]. . . . .	156
4.11	Nguyên lý làm việc của giao thức CSMA/CD [6]. . . . .	157
4.12	Hiệu suất các giao thức điều khiển truy nhập ngẫu nhiên [6]. . . . .	159
4.13	Hiện tượng nút ẩn và nút hiện. . . . .	160
4.14	Giao thức CSMA/CA. . . . .	161
4.15	Chế độ truyền dẫn cơ bản của WLAN dựa trên ARQ dừng và đợi. . . . .	163
4.16	CSMA/CA sử dụng các IFS khác nhau dựa trên mức độ ưu tiên của lưu lượng. . . . .	164
4.17	Nguyên lý làm việc của hệ thống đặt chỗ [6]. . . . .	165
4.18	Hệ thống thăm dò tập trung. . . . .	167
4.19	Hệ thống thăm dò phân tán. . . . .	168
4.20	Tính toán hiệu suất hệ thống thăm dò. . . . .	169
4.21	Mạng vòng thẻ bài. . . . .	170
4.22	Các chế độ hoạt động mạng của mạng vòng thẻ bài [6]. . . . .	171
4.23	Thông lượng mạng thẻ bài ở các chế độ hoạt động [6]. . . . .	173
4.24	Các đồ hình điển hình của mạng LAN. . . . .	174
4.25	Cấu trúc giao thức mạng LAN tương ứng mô hình tham chiếu OSI [6]. . . . .	175
4.26	Cấu trúc khung dữ liệu LLC. . . . .	177
4.27	Quá trình đóng khung dữ liệu MAC. . . . .	177
4.28	Mô hình kết nối mạng Ethernet điển hình. . . . .	178
4.29	Cấu trúc khung dữ liệu IEEE 802.3. . . . .	179
4.30	Mô hình mạng tùy biến. . . . .	181

4.31	Mô hình mạng WLAN cơ sở hạ tầng. . . . .	182
4.32	Phân loại BSS [7]. . . . .	183
4.33	Tập dịch vụ mở rộng trong WLAN [7]. . . . .	184
4.34	Nguyên lý làm việc của WLAN ở chế độ bắt tay 4 bước [7]. . . . .	186
4.35	Cấu trúc khung theo chuẩn IEEE 802.11 [6]. . . . .	186
4.36	Mạng vòng thẻ bài có đồ hình lô-gic hình sao. . . . .	189
4.37	Cấu trúc khung dữ liệu theo chuẩn IEEE 802.5. . . . .	190
4.38	Nguyên lý hoạt động của mạng token-ring. . . . .	192
4.39	Hoạt động của mạng FDDI. . . . .	193
4.40	Mạch giao tiếp mạng NIC được lắp đặt trong máy trạm [9]. . . . .	195
4.41	Bộ phát lặp để khuếch đại các tín hiệu có cường độ yếu [9]. . . . .	195
4.42	Hub kết nối các máy trạm với nhau [9]. . . . .	196
4.43	Cầu kết nối phân chia mạng thành các phân khúc và định tuyến lưu lượng [9]. . . . .	197
4.44	Bộ chuyển mạch chuyển tiếp dữ liệu từ một trạm tới một trạm xác định trong mạng [9]. . . . .	198
4.45	Bộ định tuyến chuyển tiếp dữ liệu qua các mạng khác nhau theo một đường tối ưu [9]. . . . .	199
4.46	Gateway kết nối các mạng hoạt động ở các giao thức khác nhau với nhau [9].	201



# Danh sách bảng

2.1	Ví dụ về bảng tra Erlang B. . . . .	60
2.2	Mức độ sử dụng trung kế với trường hợp $P_b = 0,01$ . . . . .	62
3.1	So sánh mạng chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói . . . . .	81
3.2	Ví dụ tìm đường ngắn nhất tới nút 6 sử dụng thuật toán Bellman-Ford .	112
3.3	Kết quả trao đổi của thuật toán Bellman-Ford trước khi liên kết 3-4 bị đứt. . . . .	114
3.4	Kết quả trao đổi của thuật toán Bellman-Ford sau khi liên kết 3-4 bị đứt.	114
3.5	Ví dụ về tìm đường ngắn nhất từ nút 6 đến tất cả các nút sử dụng thuật toán Dijkstra . . . . .	116
4.1	Các chuẩn WLAN IEEE 802.11 [12] . . . . .	188



# Giới thiệu

Cuốn sách *Giáo trình Mạng Viễn thông* được biên soạn nhằm mục đích cung cấp cho sinh viên các kiến thức cơ bản về nguyên lý hoạt động, phương pháp phân tích và thiết kế các mạng truyền thông phổ biến như mạng điện thoại, mạng truyền dữ liệu và mạng máy tính. Nội dung của cuốn sách được chia thành 4 chương như sau: Chương 1 trình bày các khái niệm cơ bản về mạng viễn thông và các dịch vụ cơ bản của mạng, mô hình phân lớp giao thức của truyền thông qua mạng và hai mô hình phân lớp giao thức phổ biến là OSI và TCP/IP.

Chương 2 giới thiệu nguyên lý hoạt động của mạng điện thoại và kỹ thuật chuyển mạch kênh. Các nội dung chính bao gồm: cơ sở về điện thoại, cấu trúc mạng điện thoại, phương pháp phân tích phẩm chất và định cỡ mạng điện thoại, kỹ thuật điều khiển định tuyến và báo hiệu trong mạng điện thoại.

Chương 3 trình bày nguyên lý hoạt động của kỹ thuật chuyển mạch gói trong mạng truyền dữ liệu. Nội dung chính của chương bao gồm: đặc điểm của kỹ thuật mạch gói, cấu trúc mạng chuyển mạch gói, hoạt động của mạng chuyển mạch gói ở 2 chế độ điện tín và kênh ảo, các thuật toán định tuyến. Hai mô hình mạng chuyển mạch gói tiên tiến là ATM và MPLS cũng được giới thiệu trong chương này.

Chương 4 bao gồm các kiến thức căn bản về kỹ thuật đa truy nhập trong mạng máy tính, các giao thức đa truy nhập điển hình như: ALOHA, S-ALOHA, CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA, chuyển thẻ bài. Hoạt động của các mạng cục bộ máy tính điển hình như Ethernet, Token Ring và Wi-Fi cũng được giới thiệu chi tiết trong chương này.

Cuốn sách được biên soạn làm giáo trình giảng dạy cho học phần Mạng Viễn thông trong chương trình đào tạo Kỹ sư Điện tử-Viễn thông và Kỹ sư Thông tin của Học viện Kỹ thuật Quân sự. Tuy nhiên, các tác giả cũng hi vọng cuốn sách sẽ là một tài liệu tham khảo hữu ích cho các độc giả và sinh viên các trường đại học khác.

*Nhóm tác giả*

Trần Xuân Nam  
Lê Thị Thanh Huyền

# GIÁO TRÌNH MẠNG VIỄN THÔNG

Trần Xuân Nam (Chủ biên) và Lê Thị Thanh Huyền

*Chịu trách nhiệm xuất bản:*  
GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP  
**PHẠM NGỌC KHÔI**

*Biên tập:* NGUYỄN THỊ LƯƠNG  
*Sửa bản in* NGUYỄN MINH CHÂU  
*Họa sỹ bìa:* ĐẶNG NGUYỄN VŨ

## **NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

Số 70 phố Trần Hưng Đạo – Phường Trần Hưng Đạo – Quận Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 04 3942 2443 Fax: 04 3822 0658

Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn> Email: [nxbkhkt@hn.vnn.vn](mailto:nxbkhkt@hn.vnn.vn)

## **CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

Số 28 đường Đồng Khởi – Phường Bến Nghé - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh

ĐT: 08 3822 5062

## **ĐỐI TÁC LIÊN KẾT**

Trần Xuân Nam - Học Viện Kỹ thuật quân sự.

Địa chỉ: Số 236 Hoàng Quốc Việt, Quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội

---

In 300 bản, khổ 19 × 27 cm, tại Xưởng in Học viện Kỹ thuật quân sự.

Địa chỉ: Số 236 Hoàng Quốc Việt, Quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội.

Số ĐKXB: 1467-2016/CXBIPH/10-56/KHKT.

Quyết định XB số: 48/QĐ-NXBKHKT, ngày 17/5/2016.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2016.

Mã ISBN: 978-604-67-0737-0.

# GIÁO TRÌNH MẠNG VIỄN THÔNG



**Giá: 120.000 đ**