

Sommario

<i>Presentazione della terza edizione</i>	<i>xiii</i>
<i>Presentazione della prima edizione</i>	<i>xv</i>
<i>Presentazione dell'edizione italiana</i>	<i>xvii</i>
<i>Prefazione</i>	<i>xix</i>
Capitolo 1	
<i>Principi fondamentali</i>	<i>1</i>
Problema Costruire una rete	1
1.1 Applicazioni	2
1.2 Requisiti	3
1.2.1 Connessione	5
1.2.2 Condivisione di risorse efficiente dal punto di vista dei costi	8
1.2.3 Supporto di servizi comuni	12
1.3 Architettura di rete	16
1.3.1 Stratificazione e protocolli	16
1.3.2 L'architettura OSI	22
1.3.3 L'architettura Internet	23
1.4 Implementazione di software di rete	26
1.4.1 Interfaccia per la programmazione di applicazioni (socket)	26
1.4.2 Un esempio di applicazione	29
1.4.3 Problemi nell'implementazione di protocolli	31
1.5 Prestazioni	35
1.5.1 Ampiezza di banda e latenza	35
1.5.2 Prodotto ritardo × ampiezza di banda	40

1.5.3 Reti ad alta velocità	41
1.5.4 Prestazioni richieste dalle applicazioni	43
1.6 Riepilogo	44
Problema aperto La rete pervasiva	45
Ulteriori letture	46
Esercizi	48

Capitolo 2

Reti a connessione diretta	55
Problema Connettere fisicamente i calcolatori	55
2.1 Elementi hardware elementari	56
2.1.1 Nodi	56
2.1.2 Linee di collegamento	58
2.2 Codifica (NRZ, NRZI, Manchester, 4B/5B)	64
2.3 Tramatura (framing)	67
2.3.1 Protocolli orientati ai byte (BISYNC, PPP, DDCMP)	69
2.3.2 Protocolli orientati ai bit (HDLC)	70
2.3.3 Framing basato sul clock (SONET)	71
2.4 Rilevazione d'errore	75
2.4.1 Parità bidimensionale	76
2.4.2 Algoritmo di checksum di Internet	77
2.4.3 Verifica di ridondanza ciclica (CRC)	78
2.5 Trasmissione affidabile	83
2.5.1 Stop-and-wait (fermati e aspetta)	84
2.5.2 Sliding window (finestra scorrevole)	86
2.5.3 Canali logici concorrenti	95
2.6 Ethernet (802.3)	96
2.6.1 Proprietà fisiche	96
2.6.2 Protocollo di accesso	98
2.6.3 L'esperienza di Ethernet	103
2.7 Reti token ring (802.5 e FDDI)	103
2.7.1 Proprietà fisiche	104
2.7.2 Controllo di accesso al mezzo in reti token ring	106
2.7.3 Gestione di una rete token ring	108
2.7.4 Formato del frame	109
2.7.5 FDDI	110
2.8 Wireless (802.11)	114
2.8.1 Proprietà fisiche	114
2.8.2 Evitare le collisioni	115
2.8.3 Sistema di distribuzione	116
2.8.4 Formato del frame	118
2.9 Adattatori di rete	119
2.9.1 Componenti	119
2.9.2 Punto di vista dell'host	120
2.9.3 Collo di bottiglia nella memoria	125
2.10 Riepilogo	127

Problema aperto Fa parte dell'hardware?	128
Ulteriori letture	129
Esercizi	130

Capitolo 3

Commutazione di pacchetto	143
Problema Non tutte le reti sono a connessione diretta	143
3.1 Commutazione e inoltro	144
3.1.1 Datagrammi	146
3.1.2 Commutazione di circuito virtuale	148
3.1.3 Instradamento dalla sorgente (source routing)	154
3.2 Commutatori per LAN e bridge	156
3.2.1 Bridge ad apprendimento (learning bridge)	158
3.2.2 Algoritmo ad albero di copertura (spanning tree)	161
3.2.3 Broadcast e multicast	165
3.2.4 Limiti dei bridge	166
3.3 Commutazione di celle (ATM)	167
3.3.1 Celle	168
3.3.2 Segmentazione e ricostruzione	173
3.3.3 Percorsi virtuali	178
3.3.4 Strati fisici per ATM	178
3.3.5 ATM in una rete locale	179
3.4 Implementazione e prestazioni	184
3.4.1 Porte	185
3.4.2 Matrici di commutazione	189
3.5 Riepilogo	192
Problema aperto Il futuro di ATM	193
Ulteriori letture	194
Esercizi	195

Capitolo 4

Interconnessione di reti	203
Problema Non esiste un'unica rete	203
4.1 Semplice interconnessione di reti (IP)	204
4.1.1 Cos'è una internetwork?	204
4.1.2 Modello di servizio	206
4.1.3 Indirizzi globali	217
4.1.4 Inoltro di datagrammi in IP	219
4.1.5 Traduzione di indirizzi (ARP)	225
4.1.6 Configurazione di host (DHCP)	229
4.1.7 Segnalazione di errori (ICMP)	232
4.1.8 Reti virtuali e tunnel	232
4.2 Instradamento (routing)	235
4.2.1 La rete rappresentata con un grafo	237
4.2.2 Vettore di distanza (RIP)	238
4.2.3 Stato delle linee (OSPF)	245
4.2.4 Metriche	253

4.2.5	Instradamento per host mobili	256
4.3	La rete Internet globale	261
4.3.1	Le sottoreti	262
4.3.2	Instradamento senza classi (CIDR)	266
4.3.3	Instradamento interdominio (BGP)	269
4.3.4	Aree di instradamento	275
4.3.5	La versione 6 di IP (IPv6)	277
4.4	Multicast	288
4.4.1	Multicast a stato delle linee	289
4.4.2	Multicast a vettore di distanza	290
4.4.3	Multicast indipendente dal protocollo (PIM)	293
4.5	Multiprotocol Label Switching (MPLS)	296
4.5.1	Inoltro basato sulla destinazione	297
4.5.2	Instradamento esplicito	302
4.5.3	Reti private virtuali e tunnel	304
4.6	Riepilogo	308
	Problema aperto L'installazione di IPv6	309
	Ulteriori letture	309
	Esercizi	311

Capitolo 5

Protocolli di trasporto	325
Problema Far comunicare i processi	325
5.1 Semplice demultiplexing (UDP)	326
5.2 Flusso affidabile di byte (TCP)	329
5.2.1 Problemi end-to-end	329
5.2.2 Formato del segmento	332
5.2.3 Instaurazione e terminazione della connessione	334
5.2.4 Una rivisitazione dell'algoritmo sliding window	338
5.2.5 Stimolare la trasmissione	343
5.2.6 Ritrasmissione adattativa	346
5.2.7 Confini tra gruppi di dati (record)	349
5.2.8 Estensioni al protocollo TCP	350
5.2.9 Scelte di progetto alternative	351
5.3 Remote Procedure Call	353
5.3.1 Trasferimento a blocchi (BLAST)	355
5.3.2 Richiesta/Risposta (CHAN)	361
5.3.3 Smistamento (SELECT)	369
5.3.4 Mettere tutto insieme (SunRPC, DCE)	370
5.4 Prestazioni	377
5.5 Riepilogo	379
Problema aperto Protocolli per applicazioni specifiche	380
Ulteriori letture	381
Esercizi	382

Capitolo 6

Controllo della congestione e allocazione di risorse	391
Problema Allocazione di risorse	391
6.1 Problemi nell'allocazione delle risorse	392
6.1.1 Modello della rete	393
6.1.2 Tassonomia	396
6.1.3 Criteri di valutazione	398
6.2 Politiche di gestione delle code	401
6.2.1 FIFO	401
6.2.2 Fair queueing	403
6.3 Controllo di congestione in TCP	407
6.3.1 Aumento additivo/diminuzione moltiplicativa	407
6.3.2 Partenza lenta	410
6.3.3 Ritrasmissione veloce e recupero veloce	414
6.4 Strategie per evitare la congestione	416
6.4.1 DECbit	417
6.4.2 Random early detection (RED)	418
6.4.3 Impedire la congestione alla sorgente	424
6.5 Qualità di servizio	430
6.5.1 Requisiti delle applicazioni	431
6.5.2 Integrated Services (RSVP)	436
6.5.3 Differentiated Services (EF, AF)	445
6.5.4 Qualità di servizio in ATM	449
6.5.5 Controllo di congestione basato su equazioni	452
6.6 Riepilogo	453
Problema aperto All'interno e all'esterno della rete	454
Ulteriori letture	455
Esercizi	456

Capitolo 7

Rappresentazione dei dati per la rete	467
Problema Come si trattano i dati?	467
7.1 Formato di presentazione	468
7.1.1 Tassonomia	470
7.1.2 Esempi (XDR, ASN.1, NDR)	473
7.1.3 Linguaggi di marcatura (XML)	477
7.2 Compressione dei dati	480
7.2.1 Algoritmi di compressione senza perdita di informazione	481
7.2.2 Compressione di immagini (JPEG)	483
7.2.3 Compressione video (MPEG)	488
7.2.4 Trasmettere MPEG attraverso la rete	492
7.2.5 Compressione audio (MP3)	496
7.3 Riepilogo	498
Problema aperto Le reti di calcolatori e l'elettronica di consumo	498
Ulteriori letture	499
Esercizi	500

Capitolo 8

Sicurezza delle reti	505
Problema Rendere sicuri i dati	505
8.1 Algoritmi crittografici	506
8.1.1 Requisiti	508
8.1.2 Cifratura a chiave segreta (DES)	509
8.1.3 Cifratura a chiave pubblica (RSA)	514
8.1.4 Algoritmi di Message Digest (MD5)	516
8.1.5 Implementazione e prestazioni	519
8.2 Strategie di sicurezza	519
8.2.1 Protocolli di autenticazione	519
8.2.2 Protocolli per l'integrità dei messaggi	522
8.2.3 Distribuzione di chiavi pubbliche (X.509)	526
8.3 Esempi di sistemi	528
8.3.1 Pretty Good Privacy (PGP)	529
8.3.2 Secure Shell (SSH)	531
8.3.3 Sicurezza nello strato di trasporto (TLS, SSL, HTTPS)	533
8.3.4 Sicurezza per il protocollo IP (IPSEC)	537
8.4 Firewall	540
8.4.1 Firewall basati su filtri	541
8.4.2 Firewall basati su proxy	542
8.4.3 Limitazioni	544
8.5 Riepilogo	544
Problema aperto Attacchi di tipo "Denial of Service"	545
Ulteriori letture	546
Esercizi	547

Capitolo 9

Applicazioni	553
Problema Ogni applicazione ha bisogno del proprio protocollo	553
9.1 Servizio per i nomi (DNS)	554
9.1.1 Gerarchia di domini	555
9.1.2 Server per i nomi	556
9.1.3 Traduzione dei nomi	559
9.2 Applicazioni tradizionali	562
9.2.1 Posta elettronica (SMTP, MIME, IMAP)	563
9.2.2 World Wide Web (HTTP)	570
9.2.3 Gestione della rete (SNMP)	575
9.3 Applicazioni multimediali	577
9.3.1 Real-time Transport Protocol (RTP)	578
9.3.2 Controllo di sessione e controllo di chiamata (SDP, SIP, H.323)	588
9.4 Reti sovrapposte (overlay networks)	596
9.4.1 Reti sovrapposte per l'instradamento	598
9.4.2 Reti tra pari (peer-to-peer)	605
9.4.3 Reti per la distribuzione di contenuti	613
9.5 Riepilogo	618

Problema aperto Una nuova architettura di rete	618
Ulteriori letture	619
Esercizi	621
<i>Soluzioni di esercizi scelti</i>	627
<i>Glossario</i>	641
<i>Bibliografia</i>	665
<i>Indice analitico</i>	675