

Sommario

Prefazione all'edizione italiana	XIII
Prefazione	XV

Capitolo 1 Reti di calcolatori e Internet	1
1.1 Che cos'è Internet?	2
1.1.1 Gli "ingranaggi" di Internet	2
1.1.2 Descrizione dei servizi	5
1.1.3 Che cos'è un protocollo?	6
1.2 Ai confini della rete	9
1.2.1 Le reti di accesso	11
1.2.2 Mezzi trasmissivi	17
1.3 Il nucleo della rete	21
1.3.1 Commutazione di pacchetto	22
1.3.2 Commutazione di circuito	25
1.3.3 Una rete di reti	30
1.4 Ritardi, perdite e throughput nelle reti a commutazione di pacchetto	34
1.4.1 Panoramica del ritardo nelle reti a commutazione di pacchetto	34
1.4.2 Ritardo di accodamento e perdita di pacchetti	37
1.4.3 Ritardo end-to-end	40
1.4.4 Throughput nelle reti di calcolatori	42
1.5 Livelli dei protocolli e loro modelli di servizio	45
1.5.1 Architettura a livelli	45
1.5.2 Incapsulamento	51
1.6 Reti sotto attacco	53
1.7 Storia delle reti di calcolatori e di Internet	58
1.7.1 Sviluppo della commutazione di pacchetto: 1961-1972	58
1.7.2 Reti proprietarie e internetworking: 1972-1980	59
1.7.3 La proliferazione delle reti: 1980-1990	60
1.7.4 Esplosione di Internet: gli anni '90	61
1.7.5 Il nuovo millennio	62

1.8 Riepilogo	63
Domande e problemi	65
Domande di revisione	65
Problemi	68
Esercitazioni Wireshark	76
Intervista a Leonard Kleinrock	78

Capitolo 2 Livello di applicazione **81**

2.1 Principi delle applicazioni di rete	82
2.1.1 Architetture delle applicazioni di rete	84
2.1.2 Processi comunicanti	86
2.1.3 Servizi di trasporto disponibili per le applicazioni	88
2.1.4 Servizi di trasporto offerti da Internet	90
2.1.5 Protocolli a livello di applicazione	94
2.1.6 Applicazioni di rete trattate in questo libro	95
2.2 Web e HTTP	95
2.2.1 Panoramica di HTTP	96
2.2.2 Connessioni persistenti e non persistenti	97
2.2.3 Formato dei messaggi HTTP	100
2.2.4 Interazione utente-server: i cookie	105
2.2.5 Web caching	107
2.3 Posta elettronica in Internet	113
2.3.1 SMTP	114
2.3.2 Confronto con HTTP	117
2.3.3 Formati dei messaggi di posta	118
2.3.4 Protocolli di accesso alla posta	118
2.4 DNS: il servizio di directory di Internet	123
2.4.1 Servizi forniti da DNS	123
2.4.2 Panoramica del funzionamento di DNS	126
2.4.3 Record e messaggi DNS	131
2.5 Distribuzione di file P2P	135
2.6 Streaming video e reti per la distribuzione di contenuti	143
2.6.1 Video su Internet	143
2.6.2 Streaming HTTP e DASH	144
2.6.3 Reti per la distribuzione di contenuti	145
2.7 Programmazione delle socket: come creare un'applicazione di rete	149
2.7.1 Programmazione delle socket con UDP	150
2.7.2 Programmazione delle socket con TCP	155

2.8 Riepilogo	160
Domande e problemi	160
Domande di revisione	160
Problemi	163
Esercizi di programmazione delle socket	170
Esercitazione Wireshark: HTTP	172
Esercitazione Wireshark: DNS	172
Intervista a Marc Andreessen	173

Capitolo 3 Livello di trasporto **175**

3.1 Introduzione e servizi a livello di trasporto	176
3.1.1 Relazione tra i livelli di trasporto e di rete	176
3.1.2 Panoramica del livello di trasporto di Internet	179
3.2 Multiplexing e demultiplexing	180
3.3 Trasporto non orientato alla connessione: UDP	187
3.3.1 Struttura dei segmenti UDP	191
3.3.2 Checksum UDP	191
3.4 Principi del trasferimento dati affidabile	193
3.4.1 Costruzione di un protocollo di trasferimento dati affidabile	194
3.4.2 Protocolli per il trasferimento dati affidabile con pipeline	203
3.4.3 Go-Back-N (GBN)	207
3.4.4 Ripetizione selettiva	212
3.5 Trasporto orientato alla connessione: TCP	218
3.5.1 Connessione TCP	218
3.5.2 Struttura dei segmenti TCP	220
3.5.3 Timeout e stima del tempo di andata e ritorno	226
3.5.4 Trasferimento dati affidabile	228
3.5.5 Controllo di flusso	236
3.5.6 Gestione della connessione TCP	238
3.6 Principi del controllo di congestione	243
3.6.1 Cause e costi della congestione	245
3.6.2 Approcci al controllo di congestione	250
3.7 Controllo di congestione TCP	252
3.7.1 Fairness	262
3.7.2 Notifica esplicita di congestione (ECN): controllo di congestione assistito dalla rete	265

3.8 Riepilogo	266
Domande e problemi	268
Domande di revisione	268
Problemi	272
Esercizi di programmazione	285
Esercitazione Wireshark: esplorando TCP	285
Esercitazione Wireshark: esplorando UDP	286
Intervista a Van Jacobson	287

Capitolo 4 Livello di rete: piano dei dati **289**

4.1 Panoramica del livello di rete	290
4.1.1 Inoltro e instradamento: piano dei dati e piano di controllo	290
4.1.2 Modelli di servizio	294
4.2 Che cosa si trova all'interno di un router?	296
4.2.1 Elaborazione alle porte di ingresso e inoltro basato sull'indirizzo di destinazione	299
4.2.2 Struttura di commutazione	302
4.2.3 Elaborazione alle porte di uscita	304
4.2.4 Dove si verifica l'accodamento?	304
4.2.5 Schedulazione dei pacchetti	308
4.3 Il protocollo Internet (IP): IPv4, indirizzamento, IPv6 e altro ancora	312
4.3.1 Formato dei datagrammi IPv4	312
4.3.2 Frammentazione dei datagrammi IPv4	315
4.3.3 Indirizzamento IPv4	316
4.3.4 NAT (network address translation)	327
4.3.5 IPv6	329
4.4 Inoltro generalizzato e SDN	335
4.4.1 Match	338
4.4.2 Action	339
4.4.3 Esempi del paradigma match-action in OpenFlow	339
4.5 Riepilogo	342
Domande e problemi	342
Domande di revisione	342
Problemi	345
Esercizi di programmazione	350
Intervista a Vinton G. Cerf	351

Capitolo 5 Livello di rete: piano di controllo **353**

5.1 Introduzione	354
5.2 Algoritmi di instradamento	356
5.2.1 Instradamento "link-state" (LS)	359
5.2.2 Instradamento "distance-vector" (DV)	363
5.3 Instradamento interno ai sistemi autonomi: OSPF	370
5.4 Instradamento tra ISP: BGP	374
5.4.1 Il ruolo di BGP	374
5.4.2 Distribuzione delle informazioni dei cammini in BGP	375
5.4.3 Selezione delle rotte migliori	376
5.4.4 Anycast IP	379
5.4.5 Politiche di instradamento	381
5.4.6 Retrospectiva: come essere presenti in Internet	382
5.5 Il piano di controllo SDN	383
5.5.1 Il piano di controllo SDN: controller SDN e applicazioni di controllo	386
5.5.2 Il protocollo OpenFlow	388
5.5.3 Interazione tra piano dei dati e piano di controllo: un esempio	390
5.5.4 SDN: il passato e il futuro	392
5.6 ICMP (Internet control message protocol)	392
5.7 Gestione della rete e SNMP	396
5.7.1 Infrastruttura di gestione	397
5.7.2 SNMP (<i>simple network management protocol</i>)	399
5.8 Riepilogo	401
Domande e problemi	402
Domande di revisione	402
Problemi	403
Esercizi di programmazione con le socket	408
Esercitazioni Wireshark	410
Intervista a Jennifer Rexford	411

Capitolo 6 Livello di collegamento e reti locali **413**

6.1 Livello di collegamento: introduzione	414
6.1.1 Servizi offerti dal livello di collegamento	416
6.1.2 Dov'è implementato il livello di collegamento?	417
6.2 Tecniche di rilevazione e correzione degli errori	418
6.2.1 Controllo di parità	420
6.2.2 Checksum	422
6.2.3 Controllo a ridondanza ciclica (CRC)	422

6.3 Collegamenti broadcast e protocolli di accesso multiplo	425
6.3.1 Protocolli a suddivisione del canale	427
6.3.2 Protocolli ad accesso casuale	429
6.3.3 Protocolli a rotazione	437
6.3.4 DOCSIS: il protocollo a livello di collegamento per reti di accesso a Internet HFC	438
6.4 Reti locali commutate	440
6.4.1 Indirizzi a livello di collegamento e ARP	441
6.4.2 Ethernet	447
6.4.3 Switch a livello di collegamento	453
6.4.4 LAN virtuali (VLAN)	459
6.5 Canali virtuali: una rete come un livello di collegamento	462
6.5.1 Multiprotocol label switching (MPLS)	463
6.6 Le reti dei data center	466
6.7 Retrospezione: cronaca di una richiesta di una pagina web	471
6.7.1 Si comincia: DHCP, UDP, IP e Ethernet	472
6.7.2 Siamo ancora all'inizio: DNS e ARP	474
6.7.3 Siamo ancora all'inizio: instradamento intra-dominio al server DNS	475
6.7.4 Interazione client-server: TCP e HTTP	476
6.8 Riepilogo	477
Domande e problemi	479
Domande di revisione	479
Problemi	480
Esercitazioni Wireshark	487
Intervista a Simon S. Lam	488

Capitolo 7 Reti mobili e wireless **491**

7.1 Introduzione	492
7.2 Collegamenti wireless e caratteristiche di rete	495
7.2.1 CDMA	499
7.3 Wi-Fi: LAN wireless 802.11	502
7.3.1 Architettura di 802.11	503
7.3.2 Protocollo MAC di 802.11	507
7.3.3 Pacchetto IEEE 802.11	513
7.3.4 Mobilità all'interno di una sottorete IP	516
7.3.5 Funzionalità avanzate di 802.11	517
7.3.6 Personal Area Network: Bluetooth e Zigbee	519

7.4 Accesso cellulare a Internet	521
7.4.1 Panoramica dell'architettura di una rete cellulare	521
7.4.2 Rete dati cellulare 3G: accesso Internet agli utenti delle reti cellulari	524
7.4.3 Verso il 4G: LTE	526
7.5 Gestione della mobilità	529
7.5.1 Indirizzamento	532
7.5.2 Instradamento verso il nodo mobile	533
7.6 IP mobile	539
7.7 Gestione della mobilità nelle reti cellulari	543
7.7.1 Instradamento delle chiamate verso utenti mobili	544
7.7.2 Handoff in GSM	545
7.8 Wireless e mobilità: l'impatto sui protocolli a livello superiore	548
7.9 Riepilogo	551
Domande e problemi	551
Domande di revisione	551
Problemi	553
Esercitazioni Wireshark	556
Intervista a Deborah Estrin	557

Capitolo 8 Sicurezza nelle reti **(on-line)**

8.1 Sicurezza di rete	
8.2 Principi di crittografia	
8.3 Integrità dei messaggi e firma digitale	
8.4 Autenticazione di un punto terminale	
8.5 Rendere sicura la posta elettronica	
8.6 Rendere sicure le connessioni TCP: SSL	
8.7 Sicurezza a livello di rete: IPsec e reti private virtuali	
8.8 Sicurezza nelle LAN wireless	
8.9 Sicurezza operativa: firewall e sistemi di rilevamento delle intrusioni	
8.10 Riepilogo	
Domande e problemi	
Laboratorio Wireshark	
Laboratorio IPsec	
Intervista a Steven M. Bellovin	



Capitolo 9 Reti multimediali (on-line)

- 9.1 Applicazioni multimediali di rete
- 9.2 Streaming di video registrato
- 9.3 Voice-over-IP
- 9.4 Protocolli per applicazioni in tempo reale
- 9.5 Supporto di Internet alle applicazioni multimediali
- 9.6 Riepilogo
 - Domande e problemi
 - Esercizi di programmazione
 - Intervista a Henning Schulzrinne

Bibliografia	559
Indice analitico	587