
Stručný obsah

Část I

Základy internetových sítí

Kapitola 1	Úvod do internetových sítí	9
Kapitola 2	Jak vypadají adresy v internetové síti	31
Kapitola 3	Směrovače a lokální síť LAN	53
Kapitola 4	Směrovače a rozlehlé síť WAN	79

Část II

Vnitřní mechanismy směrovačů

Kapitola 5	Verze protokolu IP	101
Kapitola 6	Přenosové technologie	119
Kapitola 7	Mechanismy činnosti směrovacích protokolů	143

Část III

Směrovací protokoly

Kapitola 8	Protokol RIP	167
Kapitola 9	Protokol RIP verze 2	201
Kapitola 10	Protokol IGRP	217
Kapitola 11	Protokol EIGRP	245
Kapitola 12	Protokol OSPF	263

Část IV

Otázky implementace

Kapitola 13	Výstavba internetových sítí	289
Kapitola 14	Internetové síť s různorodými protokoly	313
Kapitola 15	Budoucnost směrování	329

Obsah

O autorovi	1
Odborná spolupráce	1
Věnování	2
Úvod	3

Část I

Základy internetových sítí

Kapitola 1

Úvod do internetových sítí 9

Referenční model OSI 10

Sedm vrstev modelu	11
Vrstva 1: fyzická vrstva	11
Vrstva 2: vrstva datových spojů	12
Vrstva 3: síťová vrstva	14
Vrstva 4: transportní vrstva	15
Vrstva 5: relační vrstva	16
Vrstva 6: prezentační vrstva	17
Vrstva 7: aplikační vrstva	17
Nesprávné představy o referenčním modelu OSI	17
Co znamená název OSI?	18
Vrstva 0	18
Kompletní sady protokolů	18

Logická příležitost 19

Mechanismy logické příležitosti	20
Tvorba segmentů TCP/IP	21
Tvorba paketů IP	21
Tvorba ethernetových rámců	22
Generování vlastního bitového proudu	22
Příjem bitového proudu	22
Příjem bitového proudu v cílovém počítači	23
Příjem bitového proudu ve směrovači	24
Příjem bitového proudu v mostu	25

Kapitola 12

Protokol OSPF	263
Původ protokolu OSPF	264
OSPF verze 2 podle RFC 2328	264
Oblasti v OSPF	265
Typy směrovačů	266
Typy směrování	267
Směrování mezi sítěmi	268
Směrovací aktualizace	269
Interní směrovače oblasti	269
Hraniční směrovače oblasti	270
Páteřní směrovače	271
Datové struktury protokolu OSPF	272
Kontaktní paket Hello	273
Paket s popisem databáze	274
Paket s požadavkem stavu linky	275
Paket s aktualizací stavu linky	275
Hlavička LSA	277
Zpracování aktualizovaných LSA	278
Duplicitní LSA	278
Paket s potvrzením stavu linky	279
Výpočty cest	279
Automatický výpočet cest	279
Implicitní náklady na cestu	280
Homogenní síť	281
Manuální nastavení hodnot	282
Strom nejkratších cest	282
Síť z pohledu směrovače 3	282
Síť z pohledu směrovače 2	284
Shrnutí	285

Část IV

Otázky implementace

Kapitola 13

Výstavba internetových sítí	289
Na cestě k úspěchu	290
Měřítka velikosti	290

Vzdálenosti	290
Objemy síťového provozu	291
Maximální objem provozu	291
Průměrný objem provozu	291
Zpoždění při zpracování	292
Náklady na síť WAN	293
Topologie jednoduchých internetových sítí	294
Partnerská topologie	294
Kruhová topologie	295
Hvězdicová topologie sítě	297
Částečná topologická síť	299
Topologie rozsáhlých internetových sítí	300
Úplná topologická síť	300
Dvouvrstvá topologie	301
Třívrstvá topologie	303
Hybridní topologie	303
Než se do výstavby sítě WAN pustíme	305
Určení objemu zatížení páteře	305
Výpočet zatížení	305
Jak odstranit problémy s výkonem sítě	306
Rozmístění bran	306
Výběr přenosových technologií	307
Linky sítě WAN	307
Rozhraní sítě WAN	307
Výběr směrovacích protokolů	308
Po vytvoření sítě WAN	308
Doba provozuschopnosti komponent	309
Objemy síťového provozu	310
Míra využití prostředků	310
Míra využití fyzických prostředků směrovače	310
Míra využití přenosových prostředků	311
Shrnutí	312

Kapitola 14

Internetové sítě s různorodými protokoly	313
Různorodé architektury	314
Různé směrované protokoly	314
Redundantní směrované protokoly	315
Úplná redundance	315
Částečná redundance	316

Brány	317
Tunely	318
Různé směrovací protokoly	319
Integrované směrovací protokoly	319
Redundantní směrovací protokoly	320
Redistribuce směrovacích informací	322
Redistribuce cest ze sítě A do sítě B	323
Redistribuce cest ze sítě B do sítě A	324
Vzájemná redistribuce cest	324
Redistribuce cest mezi sítěmi se stejným protokolem	325
Mechanismy redistribuce cest	325
Problémy s redistribucí cest	326
Když chybí společná směrovací metrika	326
Různé mechanismy konvergence	327
Neoprávněné brány	328
Shrnutí	328
Kapitola 15	
Budoucnost směrování	329
Směrovače postavené na počítači	330
Dnešní produkty	331
Nové možnosti směrování postaveného na počítači	331
Vícevrstvé přepínače	333
Výhody vícevrstvého přepínání a jeho uplatnění	334
Směrování příští generace	335
Důsledky protokolu IPv6	335
Protokol IPSec	336
Protokol AH	338
Protokol ESP	339
Šifrování dat	340
Izochronní služby	340
Rezervace šířky pásma	341
Značkování paketů	342
Shrnutí	343
Rejstřík	345

Proč je potřeba směrování	27
Směrovače	27
Směrování	27
Výpočty cest	29
Shrnutí	30

Kapitola 2

Jak vypadají adresy v internetové síti **31**

Architektura adres v síti Internet	32
Oznamování síťových adres	32
Adresování v protokolu IP	34
Binární versus dekadická čísla	35
Formáty adres v protokolu IPv4	36
Adresy třídy A	37
Adresy třídy B	38
Adresy třídy C	38
Adresy třídy D	39
Adresy třídy E	40
Nehospodárné prvky systému	40
Objevují se podsítě	41
Definice podsíti	42
Příklad definice podsíti	45
Masky podsítí s proměnnou délkou (VLSM)	46
Beztržidní směrování mezi doménami (CIDR)	48
Beztržidní adresování	49
Rozšířená agregace cest	49
Definice nadsíti	49
Jak funguje beztržidní směrování mezi doménami	50
Shrnutí	51

Kapitola 3

Směrovače a lokální síť LAN **53**

Domény v sítích LAN	54
Přístupová doména	54
Doména soupeření	54
Doména předávání tokenu	55
Rozšíření přístupové domény	56
Doména nesměrového vysílání MAC	58
Problémy s plochými sítěmi LAN	60

Segmentace sítí LAN	60
Segmentace s mosty	61
Transparentní mosty	62
Translační mosty	62
Mosty pro vyrovnávání rychlosti	64
Přemostování a dnešek	65
Segmentace s přepínači	66
Přepínání segmentů	66
Přepínání portů	67
Přepínání v sítích se soupeřením	68
Přepínání v sítích s předáváním tokenu	68
Přepínání IP	68
Segmentace se směrovači	69
Emulace mostů	69
Směrování mezi segmenty	70
Rozdíly mezi mosty, přepínači a směrovači	70
Páteře sítí LAN	71
Zborcená páteřní síť	71
Paralelní páteřní síť	73
Brány do sítí WAN	74
Domény sítí IP	75
Činnost brány	76
Shrnutí	77

Kapitola 4

Směrovače a rozlehlé sítě WAN **79**

Bližší pohled na směrovače	80
Fyzické komponenty	80
Funkce směrovačů	81
Fyzické propojení	81
Logické propojení	82
Výpočty cest a jejich údržba	82
Zabezpečení	84
Role směrovačů v síti WAN	85
Scénáře podoby internetových sítí	89
Směrování v rámci sítě	89
Směrování mezi přilehlými sítěmi	89
Směrování mezi nepřilehlými sítěmi	91
Kritéria výkonu sítě WAN	92
Doba provozuschopnosti komponenty	92
Objemy síťového provozu	93

Zpoždění	94
Míra využití prostředků	94
Míra využití fyzických prostředků směrovače	94
Míra využití přenosových prostředků	95
Náklady na síť WAN	96
Shrnutí	97

Část II**Vnitřní mechanismy směrovačů**

Kapitola 5

Verze protokolu IP 101

Síťová vrstva	102
Přenosová vrstva	102
Protokol IP verze 4 (IPv4)	103
Rozbor činnosti protokolu TCP/IP	104
Procesní/aplikační vrstva	104
Vrstva komunikace hostitelů	104
Internetová vrstva	107
Typický průběh činnosti IPv4	109
Schéma adresování IPv4	109
Konec protokolu IPv4	112
Protokol IP verze 6 (IPv6)	112
Struktura jednosměrných adres v IPv6	114
Jednosměrné adresy poskytovatelů Internetu	114
Jednosměrné lokální linkové adresy	114
Jednosměrné lokální adresy pro pracoviště	115
Struktura přechodových jednosměrných adres v IPv6	115
Jednosměrná adresa IPv6, kompatibilní s IPv4	115
Jednosměrná adresa IPv6, mapovaná do IPv4	116
Struktura všesměrových adres v IPv6	116
Struktura vícesměrných adres v IPv6	117
Shrnutí	117

Kapitola 6

Přenosové technologie 119

Technologie sítí LAN	120
-----------------------------	------------

Ethernet	120
Ethernetová rozhraní s rychlostí 10 Mb/s	120
Ethernetová rozhraní s rychlostí 100 Mb/s	123
Rozhraní gigabitového Ethernetu	123
Token ring	124
Přenosová média sítě token ring	124
FDDI	125
Přenosová média sítě FDDI	125
Typy spojení FDDI	126
Technika překlenují	128
ATM	128
Technologie sítě WAN	129
Pronajaté linky	130
Technologie s přepínáním okruhů	130
Linky ISDN	131
Linky Switched 56	131
Technologie s přepínáním paketů	132
Síť X.25	132
Síť frame relay	133
Technologie s přepínáním buněk	135
Sítě ATM	135
Standardy přenosových systémů	136
Hierarchie digitálních signálů ANSI	136
Hierarchie digitálních signálů ITU	138
Přenosové systémy SONET	138
Systém optických linek OC	139
Systém STS	140
Přenosové linky T	140
Služby na linkách T	141
Shrnutí	142

Kapitola 7

Mechanismy činnosti směrovacích protokolů **143**

Směrování	144
Statické směrování	145
Nevýhody statického směrování	145
K čemu je statické směrování dobré?	148
Směrování s vektorem vzdáleností	148
Nevýhody směrování s vektorem vzdáleností	149
K čemu je směrování s vektorem vzdáleností dobré?	151

Směrování se stavem linky	151
Nevýhody směrování se stavem linky	152
K čemu je směrování se stavem linky dobré?	153
Hybridní směrování	153
Výkonové charakteristiky hybridního směrování	154
Konvergence	154
Přizpůsobení topologickým změnám	155
Doba konvergence	160
Výpočty cest	161
Ukládání více cest	162
Zahájení aktualizací	162
Časované aktualizace	162
Aktualizace řízení událostmi	162
Směrovací metriky	163
Počet implementovaných metrik	163
Statické a dynamické metriky	163
Shrnutí	164

Část III

Směrovací protokoly

Kapitola 8

Protokol RIP **167**

Původ protokolu RIP	168
Verze Xerox RIP	169
Protokol routed	170
Dokument RFC 1058	170
Specifikace RFC 1058	171
Formát paketů RIP	171
Pole příkazu	173
Pole příkazu	173
Pole příkazu	173
Nulová pole	173
Pole AFI	174
Pole s IP adresou	174
Pole s metrikou	174
Směrovací tabulka RIP	174
Pole s cílovou IP adresou	175
Pole s metrikou	175
Pole s IP adresou nejbližšího přeskoku	175

Pole s příznakem změny cesty	176
Časovače cesty	176
Mechanismy činnosti protokolu	176
Výpočet vektoru vzdáleností	178
Aktualizace směrovací tabulky	182
Zahájení aktualizace tabulky	182
Identifikace neplatných cest	183
Vyprázdnění neplatných cest	184
Několik slov k adresování	185
Směrování do brány	185
Směrování mezi bránami	186
Implicitní cesty	187
Změny v topologii	188
Konvergence	188
Počítání do nekonečna	191
Rozdělení horizontu	193
Rozdělení horizontu s pozměněním zpětné cesty	194
Vývolané aktualizace	195
Časovače pro odstavení cesty	197
Omezení protokolu RIP	197
Limit počtu přeskoků	198
Pevná metrika	198
Náročnost aktualizací tabulek na síťový provoz	198
Pomalá konvergence	198
Chybí vyrovnávání zátěže	199
Shrnutí	200

Kapitola 9

Protokol RIP verze 2	201
Potřeba inovace protokolu RIP	202
Protokol RIP-2: RFC 1723	202
Specifikace RFC 1723	203
Formát zpráv RIP-2	203
Pole příkazu	204
Pole s číslem verze	204
Nevyužitě pole	204
Pole AFI	205
Pole se značkou cesty	205
Pole se síťovou adresou	205
Pole s maskou podsítě	205
Pole s nejbližším přeskokem	206

Pole s metrikou	206
Výměna zpráv v RIP-2	206
Zpráva s požadavkem RIP-2	206
Zpráva s odpovědí RIP-2	206
Nové vlastnosti protokolu RIP-2	207
Autentizace	208
Konvence při autentizaci	208
Formát autentizované zprávy	208
Další otázky spojené s autentizací	209
Masky podsítí	210
Identifikace dalšího přeskočku	210
Vícesměrné adresování	213
Omezení protokolu RIP-2	213
Shrnutí	215

Kapitola 10

Protokol IGRP **217**

Původ protokolu IGRP	218
Jsou potřeba nové funkce	218
Řešení firmy Cisco	219
Přehled protokolu IGRP	219
Metriky	220
Počet přeskoků	221
Maximální přenosová jednotka	221
Šířka pásma	222
Zpoždění linky	223
Zatížení linky	224
Spolehlivost linky	224
Práce s metrikami	225
Výpočty vektorů	225
Mechanismy činnosti protokolu IGRP	227
Mechanismy časování	227
Aktualizační časovač	227
Časovač odstavení cesty	228
Časovač neplatnosti cesty	228
Časovač vyprázdnění cesty	228
Mechanismy konvergence	228
Blesková aktualizace	228
Odstavení cest	229
Rozdělení horizontu	229
Pozměnění zpětné aktualizace	230

Provoz protokolu	231
Změny v síťové topologii	234
Odstranění záznamů ze směrovací tabulky	234
Identifikace neplatných cest	235
Vyprázdnění neplatných cest	235
Směrování po více cestách	236
Vyrovnávání zátěže mezi cestami se stejnými náklady	236
Vyrovnávání zátěže mezi cestami s nestejnými náklady	239
Definování rozptylu	239
Testování přípustnosti	241
Přípustný následník	242
Nebezpečí směrování po více cestách	242
Shrnutí	243

Kapitola 11

Protokol EIGRP **245**

Pozadí vzniku protokolu EIGRP	246
Zpětná kompatibilita s protokolem IGRP	246
Zdokonalení v protokolu EIGRP	248
Nové prvky protokolu EIGRP	249
Rozpoznání a obnovení sousedů	249
Spolehlivý přenosový protokol RTP	250
Distribuovaný aktualizací algoritmus DUAL	250
Moduly závislé na protokolu	251
Datové struktury v EIGRP	252
Tabulky protokolu EIGRP	252
Tabulka sousedů	252
Směrovací tabulka	253
Tabulka síťové topologie	253
Typy paketů v protokolu EIGRP	255
Kontaktní pakety hello	256
Potvrzovací pakety	257
Aktualizační pakety	257
Pakety dotazů a odpovědí	258
Konvergence protokolu EIGRP	258
Shrnutí	262