

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

TCP/IP. Księga eksperta

Autorzy: Tim Parker, Mark Sportack
Tłumaczenie: Maciej Gołębiowski (MCSE, MCP+I),
Paweł Koronkiewicz
ISBN: 83-7197-265-2
Tytuł oryginału: [TCP/IP Unleashed](#)
Format: B5, stron: 940



To już drugie, poprawione i uzupełnione wydanie rewelacyjnej książki opisującej jeden z najpopularniejszych protokołów sieciowych – TCP/IP. Jeśli ciągle nie wiesz w czym rzecz, pomyśl tylko, że bez niego nie byłoby chociażby Internetu.

W ciągu zaledwie kilku lat protokół tak się upowszechnił, że przestał być stosowany tylko w sieciach pracujących z serwerami uniksowymi. Dziś wypiera nawet z najmniejszych firm tak kiedyś ważne i popularne protokoły, jak IPX/SPX, NetBEUI i NetBIOS. Jednak nie tło historyczne i przemiany jakim podlegał TCP/IP są treścią książki! Ta jedyna w swoim rodzaju publikacja przedstawia zagadnienia teoretyczne, jak i rozwiązania praktyczne. Autorzy nie pomijają trudnych tematów.

W „Księdze eksperta” znajdziesz m.in informacje o:

- bezpieczeństwie protokołu
- administracji
- serwerach WWW
- protokole NNTP
- integracji TCP/IP z aplikacjami
- korzystania z systemu plików NFS
- usługach, np. whois i finger

Książka pozwoli Ci szybko opanować wiedzę o TCP/IP, co będzie szczególnie przydatne tym, którzy niedługo staną się administratorami. Tym razem szybko oznacza dokładnie!



Spis treści

Informacje o Autorze	23
Wstęp	25
Część I Podstawy protokołu TCP/IP	29
Rozdział 1. Komunikacja otwarta — wprowadzenie	31
Ewolucja sieci otwartych.....	32
Podział procesu komunikacyjnego na warstwy	32
Model odniesienia OSI.....	33
Zastosowanie modelu.....	38
Model odniesienia TCP/IP.....	40
Warstwy w modelu TCP/IP.....	41
Podsumowanie.....	42
Rozdział 2. Protokół TCP/IP a sieć Internet	43
Trochę historii.....	43
Sieć ARPANET.....	44
Protokół TCP/IP	44
Narodowa Fundacja Nauki (NSF).....	45
Internet dzisiaj	45
Dokumenty RFC a powstawanie standardów.....	46
Dostęp do dokumentów RFC	47
Indeksy dokumentów RFC.....	47
Humorystyczne dokumenty RFC	48
Krótkie wprowadzenie do usług internetowych.....	48
Whois i Finger	48
Protokół przesyłania plików	49
Telnet.....	49
Poczta elektroniczna.....	49
Sieć WWW	50
Grupy dyskusyjne sieci USENET	50
Rzut oka na intranet i ekstranet	50
Sieci intranetowe	50
Otwieranie intranetu na użytkowników z zewnątrz	52
Internet jutra	52
Internet następnej generacji (NGI).....	52
Usługa vBNS.....	52
Internet2 (I2)	53
Czy istnieje kierownictwo Internetu?	53
Towarzystwo Internetowe (ISOC)	53
Komisja ds. Architektury Internetu (IAB)	53

Zespół Zadaniowy Inżynierii Internetowej (IETF)	54
Grupa Kierowania Inżynierią Internetową (IESG)	54
Urząd Przypisywanych Numerów Internetowych (IANA).....	54
Korporacja Internetowa ds. Przypisywanych Numerów i Nazw (ICANN).....	54
Ośrodek InterNIC a inne podmioty rejestrujące	55
Redaktor RFC.....	55
Usługodawcy internetowi (ISP)	56
Podsumowanie.....	56

Rozdział 3. Rodzina protokołów TCP/IP 57

Zalety protokołu TCP/IP	58
Warstwy i protokoły zestawu TCP/IP	58
Architektura.....	58
Transmission Control Protocol (TCP).....	59
Internet Protocol (IP).....	61
Warstwa aplikacji	64
Warstwa transportowa.....	64
Warstwa międzysieciowa.....	64
Warstwa przyłącza sieciowego	64
Telnet.....	65
File Transfer Protocol (FTP)	65
Trivial File Transfer Protocol (TFTP)	66
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)	66
Network File System (NFS)	66
Simple Network Management Protocol (SNMP).....	67
Integracja protokołu TCP/IP z systemem	68
Pojęcie intranetu	68
Podsumowanie.....	69

Część II Nazwy i adresowanie stacji TCP/IP 71

Rozdział 4. Nazwy i adresy w sieciach IP 73

Adresowanie IP.....	73
Liczby dwójkowe i liczby dziesiętne	74
Formaty adresów protokołu IPv4.....	75
Specjalne adresy IP.....	80
Adres sieci	80
Ukierunkowany adres rozgłaszania.....	81
Lokalny adres rozgłaszania	81
Adres zerowy.....	81
Adres w sieci lokalnej	82
Pętla zwrotna	82
Adresy rozgłaszania — wyjątki	83
Podsieci.....	83
Podział na podsieci.....	84
Maski podsieci o zmiennej długości (VLSM).....	87
Bezklasowe wybieranie tras (CIDR).....	88
Adresowanie bezklasowe	89
Rozszerzone łączenie tras.....	89
Tworzenie nadsieci.....	90

Działanie mechanizmu wyboru trasy CIDR.....	90
Publiczne przestrzenie adresowe.....	91
Adresy w sieciach prywatnych.....	92
Alokacja adresów klasy C.....	94
Konfigurowanie adresów IP stacji.....	94
Adresowanie IPv6.....	95
Podsumowanie.....	97
Rozdział 5. Protokoły ARP i RARP	99
Korzystanie z adresów.....	99
Adresowanie podsieci.....	100
Adresy IP.....	102
Address Resolution Protocol (ARP).....	103
Bufor ARP.....	104
Procedury ARP.....	107
Architektura protokołu ARP.....	109
Komunikaty ARP a monitorowanie sieci.....	110
Limity czasowe tabeli ARP.....	110
Protokół ARP w sieciach połączonych mostami.....	111
Zduplikowany adres IP.....	112
Proxy ARP.....	116
Reverse Address Resolution Protocol (RARP).....	116
Procedury RARP.....	117
Burze rozgłoszeń RARP.....	118
Serwery podstawowe i zapasowe.....	119
Korzystanie z polecenia ARP.....	119
Podsumowanie.....	120
Rozdział 6. DNS — usługa nazw.....	121
Pojęcie systemu nazw domen.....	122
Hierarchiczna organizacja systemu DNS.....	122
Delegowanie uprawnień.....	124
Rozproszona baza danych systemu DNS.....	124
Domeny i strefy.....	124
Domeny internetowe najwyższego poziomu.....	125
Wybór serwera nazw.....	125
Proces zamiany nazw.....	126
Zapytania rekurencyjne.....	126
Zapytania iteracyjne.....	126
Buforowanie.....	126
Zapytania zamiany odwrotnej (wskaźnikowe).....	126
Zabezpieczenia systemu DNS.....	126
Rekordy zasobów (RR).....	127
Rekord źródła uprawnień (SOA).....	127
Rekord adresu (A).....	129
Rekord serwera nazw (NS).....	129
Rekord nazwy kanonicznej (CNAME).....	129
Rekord wskaźnika (PTR).....	130
Delegacja domen.....	130
Rekord informacji o wyposażeniu (HINFO).....	130

Rekord sieci ISDN (ISDN)	131
Rekord skrzynki pocztowej (MB)	132
Rekord grupy pocztowej (MG)	132
Rekord danych obsługi poczty (MINFO).....	132
Rekord zmiany adresu pocztowego (MR).....	132
Rekord przekaźnika poczty (MX).....	132
Rekord osoby odpowiedzialnej (RP).....	133
Rekord stacji pośredniczącej (RT).....	133
Rekord tekstowy (TXT).....	134
Rekord usługi standardowej (WKS).....	134
Rekord sieci X.25 (X25).....	134
Podsumowanie.....	134
Rozdział 7. WINS — usługa nazw Windows	135
System NetBIOS.....	136
Zamiana nazw NetBIOS.....	138
Dynamiczna zamiana nazw systemu NetBIOS	140
Zalety usługi WINS.....	140
Działanie usługi WINS.....	141
Konfiguracja klientów WINS.....	142
Konfiguracja agenta-pośrednika WINS	143
Konfiguracja systemu Windows NT 4	143
Konfiguracja systemu Windows 9x	144
Instalacja serwera WINS	144
Administracja i obsługa serwera WINS	145
Dodawanie pozycji statycznych	145
Obsługa bazy danych WINS	146
Archiwizacja bazy danych WINS	149
Archiwizacja pozycji Rejestru dotyczących usługi WINS	149
Odtwarzanie bazy danych WINS	149
Kompresja bazy danych WINS	150
Partnerzy replikacji WINS	150
Zalecenia dotyczące usługi WINS	151
Integrowanie usług zamiany nazw — WINS i DNS.....	152
Dostarczanie opcji usługi WINS przez serwer DHCP	153
Zamiana nazw NetBIOS za pośrednictwem pliku LMHOSTS.....	153
Podsumowanie.....	154
Rozdział 8. Automatyczne konfigurowanie stacji.....	157
Bootstrap Protocol (BOOTP)	157
Adresy żądań i odpowiedzi BOOTP	158
Zakłócenia komunikacji BOOTP	160
Format komunikatu BOOTP	160
Fazy procedury BOOTP.....	162
Pole danych producenta	163
Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP).....	164
Zarządzanie adresami IP	164
Pozyskiwanie adresu IP przez klienta	166
Format pakietu DHCP.....	169
Przebieg komunikacji DHCP	172
Podsumowanie.....	180

Część III Protokół IP i protokoły pokrewne 181

Rozdział 9. Rodzina protokołów IP 183

Model protokołu TCP/IP	183
Zestaw protokołów	183
Internet Protocol (IP)	184
Nagłówek protokołu IPv4	185
Działanie protokołu IP	186
Transmission Control Protocol (TCP)	188
Struktura nagłówka protokołu TCP	188
Działanie protokołu TCP	190
User Datagram Protocol (UDP)	192
Struktura nagłówka protokołu UDP	193
Działanie protokołu UDP	193
Porównanie protokołów TCP i UDP	194
Podsumowanie	194

Rozdział 10. Internet Protocol (IP) 195

Warstwa abstrakcji protokołu IP	195
Rozmiar datagramu IP	198
Fragmentacja	199
Format datagramu IP	200
Format nagłówka IP	201
Opcje IP	215
Sieciowy porządek bajtów	224
Przebieg komunikacji IP	226
Podsumowanie	232

Rozdział 11. Protokoły transportowe 235

Transmission Control Protocol (TCP)	236
Funkcje protokołu TCP	237
Środowisko stacji TCP	243
Otwieranie i zamykanie połączenia TCP	245
Format komunikatu TCP	246
Kumulowanie potwierdzeń	256
Adaptacyjne liczniki czasu	258
Ograniczanie wpływu przeciążenia sieci	260
Unikanie syndromu głupiego okna	261
Przerwane połączenia TCP	264
Automat skończony TCP	264
Przebieg komunikacji TCP	266
User Datagram Protocol (UDP)	277
Format nagłówka UDP	279
Kapsułkowanie UDP	281
Przebieg komunikacji UDP	282
Podsumowanie	283

Rozdział 12. Protokół IP, wersja 6 285

Datagram protokołu IPv6	286
Klasyfikacja priorytetów (Priority Classification)	288
Etykiety przepływu (Flow Labels)	289

128-bitowe adresy IP	289
Nagłówki rozszerzające IP (IP Extension Headers).....	290
Wiele adresów IP stacji	297
Adresy jednostkowe, multimijsji i zwielokrotnione	298
Przejście z protokołu IPv4 na protokół IPv6	300
Podsumowanie.....	301

Część IV Protokół IP w sieciach połączonych 303

Rozdział 13. Wyznaczanie tras w sieciach IP 305

Mechanizm wyznaczania tras	305
Stacyjny wybór trasy	306
Algorytm wektorowo-odległościowy.....	310
Algorytmy stanu przyłączy	312
Zbieżność w sieci IP	314
Przystosowywanie się do zmian topologii	314
Okres konwergencji.....	318
Obliczanie tras w sieciach IP	319
Przechowywanie wielu tras.....	319
Inicjowanie uaktualnień	320
Miary wyboru trasy	320
Podsumowanie.....	321

Rozdział 14. Protokoły bram..... 323

Bramy, mosty i routery	323
Brama	324
Most.....	324
Router	324
Systemy autonomiczne.....	325
Protokoły bram — podstawy.....	325
Protokoły bram wewnętrznych i zewnętrznych.....	326
Protokół międzybramowy	326
Protokół bram zewnętrznych.....	327
Protokoły bram wewnętrznych.....	327
Podsumowanie.....	328

Rozdział 15. Routing Information Protocol (RIP)..... 329

Dokument RFC nr 1058	329
Format pakietu protokołu RIP	330
Tabela tras RIP	332
Mechanizmy działania	333
Obliczanie wektorów odległości	335
Uaktualnianie tabeli tras.....	339
Zagadnienia dotyczące adresowania	341
Zmiany topologii	343
Zbieżność	343
Liczenie do nieskończoności.....	345
Ograniczenia protokołu RIP	352
Ograniczenie licznika skoków	352
Stałe miary.....	352

Duże natężenie uaktualnień tabel	353
Długi okres uzyskiwania zbieżności	353
Brak mechanizmów równoważenia obciążenia	353
Podsumowanie.....	354

Rozdział 16. Protokół OSPF — Open Shortest Path First..... 355

Geneza protokołu OSPF	355
Protokół OSPF (Open Shortest Path First).....	356
Obszary OSPF	357
Uaktualnianie informacji o trasach	360
Struktury danych protokołu OSPF	362
Pakiet HELLO	364
Pakiet opisu bazy danych	364
Pakiet żądania stanu łączy	365
Pakiet uaktualnienia stanu łączy	365
Pakiet potwierdzenia stanu łączy	368
Obliczanie tras	368
Autoobliczanie	368
Korzystanie z domyślnych kosztów tras	369
Drzewo najkrótszych ścieżek	371
Podsumowanie.....	373

Część V Usługi sieciowe375

Rozdział 17. Internet Printing Protocol (IPP) 377

Historia protokołu IPP	377
Protokół IPP a użytkownik końcowy	379
Implementacja protokołu IPP autorstwa firmy HP.....	380
Podsumowanie.....	381

Rozdział 18. LDAP — usługi katalogowe 383

Przyczyna powstania usług katalogowych	383
Definicja usług katalogowych	384
Działanie usług katalogowych za pośrednictwem protokołu IP.....	384
Model katalogowy OSI x.500.....	387
Wczesny model x.500	388
Obecny model x.500	388
Struktura protokołu LDAP	389
Hierarchia LDAP.....	389
Struktury nazewnictwa	389
Agenty systemu katalogów i protokół dostępu do katalogów	390
Lightweight Directory Access Protocol (LDAP)	391
Pozyskiwanie informacji	391
Przechowywanie informacji	393
Prawa dostępu i zabezpieczenia	393
Komunikacja między serwerami LDAP	394
LDIF — format wymiany danych protokołu LDAP	394
Replikacja LDAP	395
Projektowanie usługi LDAP	395
Definiowanie wymagań.....	396
Projektowanie schematu.....	396

Wydajność	398
„Zdolności” sieci	399
Zabezpieczenia	401
Wprowadzanie usługi LDAP	405
Środowisko produkcyjne	405
Tworzenie planu	405
Dobre rady	407
Wybór oprogramowania LDAP	407
Funkcje podstawowe	408
Funkcje dotyczące zarządzania	408
Funkcje dotyczące zabezpieczeń	408
Zgodność ze standardami	409
Elastyczność	409
Niezawodność	409
Współdziałanie	410
Wydajność	410
Rozszerzalność	410
Koszty	410
Aspekty pozostałe	411
Podsumowanie	411
Rozdział 19. Protokoły zdalnego dostępu.....	413
Zdalna łączność	414
Sieć ISDN	414
Modemy kablowe	415
Cyfrowa pętla abonencka (DSL)	415
Sieci radiowe	417
RADIUS — Remote Authentication Dial-In User Service	417
Uwierzytelnianie RADIUS	418
Informacje o koncie	419
Transport datagramów IP za pomocą protokołów SLIP, CSLIP i PPP	420
SLIP Protokół internetowy łącza szeregowego	420
CSLIP — skompresowany protokół SLIP	421
PPP — protokół dwupunktowy	421
Tunelowany dostęp zdalny	427
PPTP — Protokół tunelowania dwupunktowego	428
L2TP — protokół tunelowania warstwy 2	432
Zabezpieczenia IPsec	436
Podsumowanie	440
Rozdział 20. Zapory firewall.....	441
Zabezpieczanie sieci	441
Rola zapór firewall	443
Korzystanie z zapór firewall	443
Serwery pośredniczące (proxy)	444
Filtry pakietów	445
Zabezpieczanie usług	445
SMTP — poczta elektroniczna	446
HTTP — sieć WWW	447
FTP — przesyłanie plików	447

Telnet — dostęp zdalny.....	448
NNTP — sieć USENET.....	448
DNS — usługa odwzorowania nazw	448
Tworzenie własnej zapory firewall.....	449
Korzystanie z komercyjnego oprogramowania zapór firewall.....	449
Podsumowanie.....	452

Rozdział 21. Zabezpieczenia 453

Szyfrowanie	454
Szyfrowanie za pomocą pary kluczy — publicznego i prywatnego	455
Szyfrowanie za pomocą tajnego klucza symetrycznego	456
DES, IDEA i inne metody.....	456
Uwierzytelnianie za pomocą podpisów cyfrowych.....	458
Łamanie szyfrów	460
Ochrona sieci	461
Konta logowania i hasła	461
Uprawnienia do katalogów i plików	462
Relacje zaufania	462
Program UUCP w systemach UNIX i Linux	463
Gdyby zdarzyło się najgorsze.....	464
Podsumowanie.....	464

Część VI TCP/IP w praktyce465

Rozdział 22. Konfigurowanie protokołów TCP/IP..... 467

Instalacja karty sieciowej.....	467
Karty sieciowe.....	468
Konfiguracja zasobów	469
Instalacja oprogramowania karty	470
Moduły przekierowujące oraz interfejsy API	471
Usługi	472
Interfejsy kart sieciowych	472
Protokoły sieciowe i transportowe	473
Wymagania konfiguracji protokołu IP.....	473
Konfiguracja adresu bramy domyślnej	474
Konfiguracja adresu serwera nazw	475
Konfiguracja adresu serwera pocztowego.....	476
Rejestracja nazwy domeny.....	476
Odmiany konfiguracji protokołu IP.....	476
Konfigurowanie tabeli tras	477
Kapsułkowanie protokołów obcych w protokole IP.....	478
Podsumowanie.....	479

Rozdział 23. TCPIP w Windows 95/98..... 481

Architektura sieciowa systemu Windows 98.....	481
Instalacja karty sieciowej	483
Zmiana ustawień konfiguracyjnych karty sieciowej.....	485
Niepowodzenia rozruchu systemu Windows 98	485
Konfiguracja protokołu TCP/IP w systemie Windows 98	486
Czynności wstępne.....	486
Instalacja protokołu TCP/IP	487

Konfiguracja protokołu TCP/IP firmy Microsoft.....	487
Statyczne pliki konfiguracyjne.....	492
Ustawienia Rejestru.....	492
Testowanie protokołu TCP/IP.....	496
Podsumowanie.....	497

Rozdział 24. Obsługa połączeń telefonicznych w systemie Windows 98..... 499

Konfiguracja karty połączeń telefonicznych.....	499
Konfiguracja programu obsługi połączeń telefonicznych.....	501
Karta Ogólne.....	502
Karta Typy serwerów.....	503
Karta Obsługa skryptów.....	506
Karta Łącze wielokrotne (Multilink).....	507
Protokół PPTP.....	508
Instalacja i konfiguracja protokołu PPTP.....	509
Ustanawianie połączenia PPTP.....	511
System Windows 98 jako serwer połączeń telefonicznych.....	513
Rozwiązywanie problemów dotyczących połączeń telefonicznych.....	514
Sprawdzanie konfiguracji programu DUN.....	514
Rejestrowanie komunikacji PPP.....	515
Podsumowanie.....	515

Rozdział 25. System Windows NT 4..... 517

Wersje systemu Windows NT.....	517
Architektura.....	518
Instalacja.....	518
Instalacja zestawu protokołów TCP/IP.....	518
Konfiguracja protokołu TCP/IP.....	520
Adres IP.....	521
DNS.....	523
Adres WINS.....	524
Przekazywanie DHCP.....	526
Przekazywanie pakietów IP (routing).....	527
Proste usługi TCP/IP.....	528
Dodawanie prostych usług TCP/IP.....	528
Usługa zdalnego dostępu (RAS).....	528
Konfiguracja usługi RAS.....	529
Serwer DHCP.....	531
Instalacja usługi serwera DHCP.....	531
Zarządzanie usługą serwera DHCP.....	531
Kompresja bazy danych DHCP.....	532
Administrowanie usługą DHCP.....	533
Dodawanie serwerów.....	533
Konfiguracja zakresów.....	533
Opcje globalne i zakresu.....	534
Adresy statyczne.....	535
Serwer DNS Microsoftu.....	536
Instalacja usługi DNS.....	536
Tworzenie strefy.....	536

Konfiguracja domeny odwrotnej zamiany nazw	538
Konfigurowanie pobierania danych z serwera WINS	539
Dodawanie zapasowych serwerów nazw	539
Usługi FTP i HTTP	540
Usługi drukowania TCP/IP	540
Instalacja usług drukowania TCP/IP	540
Konfiguracja portu LPR	541
Podsumowanie	542
Rozdział 26. TCP/IP w Windows 2000	543
Instalacja	543
Określanie adresu IP	545
Przypisania adresów po awarii serwera DHCP	548
Ustawienia DNS	548
Adresy serwerów WINS	551
Konfigurowanie przekazywania DHCP	553
Zabezpieczenia i filtrowanie IP	553
Konfigurowanie usług nazw	555
Usługi NetBIOS	556
Metody odwzorowania nazw	558
Konfigurowanie bufora nazw NetBIOS	560
Pliki pomocnicze TCP/IP	569
Plik NETWORKS	569
Plik PROTOCOL	570
Plik SERVICES	571
Instalowanie i konfigurowanie usługi serwera FTP	574
Instalowanie i konfigurowanie usługi serwera FTP w systemie Windows 2000 Server	575
Konfigurowanie współpracy z urządzeniami drukującymi systemu UNIX	577
Instalowanie i konfigurowanie drukowania TCP/IP	578
Przesyłanie wydruków ze stacji systemu UNIX do komputerów z systemem Windows 2000	580
Polecenia konsoli systemowej	581
Podsumowanie	583
Rozdział 27. Obsługa protokołu IP w sieci Novell NetWare	585
Firma Novell a protokół TCP/IP	585
Protokół IP a sieć NetWare 4	585
Sieć NetWare 5/6 a inicjatywa czystego protokołu IP	586
Rozwiązania starsze: protokół IP w sieciach NetWare 3.x — 4.x	587
Tunelowanie IP	588
Przekazywanie IP	588
Miejsce pracy LAN	589
Brama IPX-IP	589
NetWare/IP	590
Sieć NetWare 5 i NetWare 6 — protokół IP i udogodnienia Novella	590
Czysty protokół IP	591
Obsługa wielu protokołów	591
Opcje instalacji	591
Instalacja w trybie samego protokołu IP	592
Instalacja w trybie samego protokołu IPX	593
Instalacja mieszana IPX/IP	593

Narzędzia wspomagające migrację IPX-IP.....	594
Usługi NDS	594
System DNS	595
Protokół DHCP	595
System DDNS	595
Protokół SLP	595
Tryb zgodności.....	595
Agent migracji.....	596
Strategie migracji.....	596
Korzystanie z platformy testowej.....	597
Sugerowane scenariusze migracji	597
Podsumowanie.....	598
Rozdział 28. Konfigurowanie TCP/IP w systemie Linux.....	599
Przygotowanie systemu do pracy z TCP/IP	600
Adres przyłącza sieciowego	602
Definiowanie przyłącza pętli zwrotnej.....	603
Definiowanie przyłącza do sieci Ethernet.....	604
Usługa i klient usługi nazw	606
Bramy	608
Korzystanie z narzędzi GUI	609
Narzędzie netcfg.....	610
Narzędzie linuxconf	610
Konfigurowanie komunikacji SLIP i PPP	613
Tworzenie fikcyjnego interfejsu.....	613
Konfigurowanie połączeń SLIP	614
Konfigurowanie połączeń PPP.....	615
Podsumowanie.....	617
Część VII Aplikacje TCP/IP.....	619
Rozdział 29. Usługi Whois i Finger	621
Istota protokołu Whois	621
Rejestracja w Internecie	622
Bazy danych Whois.....	623
Usługa Whois w sieci Web	624
Usługa Whois wiersza poleceń	625
Usługa Whois przeznaczona dla interfejsu Telnet	628
Rozszerzenia protokołu Whois	629
Usługa odwoławcza Whois (RWhois)	629
Usługa Whois++.....	629
Korzystanie z protokołu Finger	629
Polecenie finger.....	630
Demon usługi Finger	632
Usługa Finger w środowisku innego typu niż UNIX	633
Usługa Finger na wesoło	634
Podsumowanie.....	635

Rozdział 30. FTP i TFTP — protokoły przesyłania plików	637
Współczesna rola protokołów FTP i TFTP	637
Przesyłanie plików za pomocą protokołu FTP	638
Połączenia FTP	638
Korzystanie z klientów FTP	641
Zabezpieczenia protokołu FTP	649
Serwery i demony FTP	652
Dostęp anonimowy FTP	653
Korzystanie z protokołu TFTP	655
Różnice między protokołami TFTP a FTP	655
Polecenia protokołu TFTP	656
Podsumowanie	656
Rozdział 31. Korzystanie z usługi Telnet.....	657
Istota protokołu Telnet.....	657
Wirtualny terminal sieciowy (NVT)	659
Demon protokołu Telnet.....	660
Korzystanie z usługi Telnet	661
Polecenie telnet systemów uniksowych	661
Aplikacje Telnet dla interfejsu GUI	662
Polecenia programu Telnet.....	663
Przykład.....	665
Zagadnienia zaawansowane	666
Zabezpieczenia	666
Zastosowania protokołu Telnet	667
Dostęp do innych usług TCP/IP za pomocą programu Telnet	668
Podsumowanie	671
Rozdział 32. Korzystanie z R-narzędzi.....	673
R-polecenia	673
Wpływ na zabezpieczenia	674
Metody alternatywne	677
Informator R-poleceń	678
Demony R-poleceń.....	678
Polecenie rsh	678
Polecenie rcp	679
Polecenie rlogin.....	679
Polecenie rup	680
Polecenie ruptime	681
Polecenie rwho	681
Polecenie rexec.....	681
Pliki związane z R-poleceniami	682
Uzyskiwanie funkcji R-poleceń w środowiskach innego typu niż UNIX.....	684
Podsumowanie.....	685
Rozdział 33. System plików NFS	687
Definicja systemu plików NFS.....	687
Krótka historia systemu NFS	688
Przyczyny powstania systemu NFS	688

Implementacja — działanie systemu plików NFS	688
Zdalne wywołania procedur (RPC) i zewnętrzna reprezentacja danych (XDR).....	689
Typy montowania.....	690
Pliki i polecenia systemu NFS.....	690
Demony systemu NFS.....	691
Pliki systemu NFS.....	694
Polecenia serwera systemu NFS	696
Polecenia klienta systemu NFS	699
Przykład praktyczny: udostępnianie i montowanie systemu plików NFS	702
Typowe problemy z systemem NFS i ich rozwiązania	703
Montowanie.....	703
Demontowanie	704
Montowanie twarde a montowanie miękkie	704
Protokoły i produkty pokrewne	705
System WebNFS.....	705
System PC-NFS i inne oprogramowanie klienckie.....	705
Protokoły SMB i CIFS	705
Inne produkty	706
Podsumowanie.....	706

Część VIII Korzystanie z aplikacji sieciowych..... 707

Rozdział 34. Integrowanie TCP/IP z usługami aplikacyjnymi 709

Przeglądarka jako warstwa reprezentacji danych.....	710
Integracja TCP/IP z aplikacjami starszymi	711
Współpraca TCP/IP z innymi protokołami	711
NetBIOS i TCP/IP	712
IPX i UDP	713
Podsumowanie.....	713

Rozdział 35. Protokoły internetowej poczty elektronicznej..... 715

Poczta elektroniczna	715
Historia poczty elektronicznej.....	715
Standardy i grupy, które je tworzą	716
X.400	716
Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).....	718
MIME i SMTP	718
Inne standardy kodowania.....	719
Polecenia SMTP	719
Kody stanu SMTP	721
Rozszerzony protokół SMTP (ESMTP).....	721
Analizowanie nagłówek SMTP.....	722
Zalety i wady protokołu SMTP	723
Pobieranie poczty — protokoły POP i IMAP	723
Post Office Protocol (POP).....	724
Interakcyjny protokół udostępniania poczty (IMAP).....	725
POP3 a IMAP4.....	726
Zagadnienia zaawansowane	726
Bezpieczeństwo.....	726
Spam.....	729
Usługi poczty anonimowej.....	729
Podsumowanie.....	730

Rozdział 36. Protokół HTTP: sieć WWW	731
World Wide Web (WWW).....	731
Krótka historia WWW	732
Eksplozja WWW	732
Ujednolicone adresy zasobów (URL).....	733
Serwery i przeglądarki WWW	734
Protokół HTTP	735
HTTP/1.1	735
MIME i WWW.....	738
Przykładowe połączenia	739
Zagadnienia zaawansowane	740
Funkcje serwera.....	740
SSL i S-HTTP	740
Języki Sieci.....	741
HTML.....	741
XML	742
CGI.....	742
Perl	742
Java.....	743
JavaScript	743
Active Server Pages	744
Przyszłość WWW.....	744
HTTP-ng.....	745
IIOP	745
IPv6	745
IPP	745
XML	746
Podsumowanie.....	746
Rozdział 37. Protokół NNTP: internetowe grupy dyskusyjne.....	747
Usenet News.....	747
Grupy dyskusyjne i hierarchie.....	748
Network News Transfer Protocol (NNTP).....	750
Pobieranie grup dyskusyjnych	750
Pobieranie wiadomości	752
Wysyłanie wiadomości	753
Spam i blokowanie jego nadawców (blackholing).....	754
Podsumowanie.....	755
Rozdział 38. Serwery WWW — instalowanie i konfigurowanie	757
Zasady pracy serwerów WWW	757
Nomenklatura	758
Popularne serwery WWW	760
Serwer HTTP Apache.....	761
Pobieranie, instalowanie i konfigurowanie serwera.....	761
Apache for Windows.....	771
Inne serwery WWW	773
Podsumowanie.....	774

Część IX Administrowanie siecią TCP/IP 775**Rozdział 39. Konfigurowanie TCP/IP w systemach UNIX 777**

Inicjalizacja systemu.....	777
Proces init i plik /etc/inittab	777
Skrypty rc	779
Pliki konfiguracyjne	783
Określanie protokołów sieciowych w pliku /etc/protocols	783
Rozpoznawane stacje w pliku /etc/hosts	784
TCP/IP i plik /etc/services.....	785
Demon inetd i plik /etc/inetd.conf.....	787
Rozpoznawane sieci w pliku /etc/networks	790
Klient DNS i plik /etc/resolv.conf.....	790
Podsumowanie.....	791

Rozdział 40. Wdrażanie systemu DNS..... 793

Funkcjonowanie serwera nazw.....	794
Rekordy zasobowe.....	794
Klient odwzorowania (name resolver)	795
Konfigurowanie serwerów DNS w systemach UNIX i Linux	796
Wprowadzanie rekordów zasobowych.....	797
Tworzenie plików DNS.....	798
Uruchamianie demonów DNS	802
Konfigurowanie klienta.....	803
Windows i DNS.....	803
Podsumowanie.....	803

Rozdział 41. Zarządzanie siecią..... 805

Zasady monitorowania sieci	806
Analiza i rozwiązywanie problemów z siecią	807
Narzędzia zarządzania siecią.....	808
Analizatory protokołów.....	808
Systemy ekspertowe.....	809
Analizatory w środowisku PC.....	810
Zgodność z protokołem zarządzania siecią.....	811
Integracja z narzędziami do symulacji i modelowania sieci	812
Instalowanie SNMP	813
Konfigurowanie SNMP w Windows.....	814
Konfigurowanie SNMP w systemie UNIX.....	815
Parametry bezpieczeństwa SNMP	816
Agent SNMP i konsola SNMP.....	817
Narzędzia i polecenia SNMP.....	818
RMON i jego moduły MIB	820
Określanie wymagań	820
Opracowanie listy informacji	820
Przedstawienie listy pomocy technicznej.....	821
Określenie własnej strategii rejestrowania	821
Określenie danych dla powiadamiania natychmiastowego.....	821
Określenie danych dla raportów miesięcznych.....	821
Określenie danych istotnych dla poprawy wydajności	821

Wywiad z kierownictwem.....	822
Wdrożenie wymagań.....	822
Powiadomienie pomocy technicznej.....	822
Ponowny przegląd wymagań.....	822
Informowanie pomocy technicznej.....	823
Testowanie procedur alarmowych.....	823
Przeszkolenie pomocy technicznej.....	823
Dokumentowanie procedur diagnostycznych.....	823
Uproszczenie systemów zarządzania elementami (EMS).....	823
Sztuczna inteligencja.....	824
Podsumowanie.....	824
Rozdział 42. Protokół SNMP: administracja siecią	827
Elementy SNMP.....	827
Baza informacyjna zarządzania (MIB).....	829
Wykorzystywanie SNMP.....	830
UNIX i SNMP.....	831
Instalowanie SNMP w systemach UNIX i Linux.....	831
Polecenia SNMP.....	832
Windows i SNMP.....	833
Windows NT/2000.....	833
Windows 9x/ME.....	835
Podsumowanie.....	837
Rozdział 43. Zabezpieczanie komunikacji TCP/IP	839
Określanie wymogów bezpieczeństwa sieci.....	839
Bezpieczeństwo sieci.....	840
Znaczenie bezpieczeństwa sieci.....	840
Poziomy bezpieczeństwa.....	841
Hasła i zasady ich tworzenia.....	842
Nadzór nad dostępem do haseł.....	843
Wdrażanie zasad bezpieczeństwa sieci.....	844
Rodzaje zagrożeń.....	844
Wdrażanie zasad bezpieczeństwa.....	846
Konfigurowanie aplikacji.....	848
Demon Internetu plik /etc/inetd.conf.....	848
Oprogramowanie szyfrujące.....	850
Osłony TCP (TCP Wrappers).....	851
Zabezpieczanie portów.....	852
Zapory firewall.....	852
Filtry pakietów.....	852
Bramy danych aplikacji.....	853
Inne filtry danych aplikacji.....	853
Podsumowanie.....	853
Rozdział 44. Usuwanie problemów.....	855
Monitorowanie funkcjonowania sieci.....	856
Narzędzia standardowe.....	856
Badanie możliwości nawiązania komunikacji.....	857
Badanie dostępu do sieci.....	860

Badanie mechanizmów wyznaczania tras	863
Badanie funkcjonowania usługi nazw	867
Problemy na poziomie przyłącza sieciowego.....	868
Problemy w warstwie internetowej (IP)	869
Ustawienia konfiguracji TCP/IP	869
Problemy z protokołami TCP i UDP	874
Gniazda usług.....	874
Plik Services	874
Problemy w warstwie aplikacji.....	875
Mechanizm odwzorowania nazw	875
Podsumowanie.....	876

Dodatki.....877

Dodatek A Dokumenty RFC..... 879

Pobieranie RFC.....	879
Pobieranie RFC przez WWW	880
Pobieranie RFC przez FTP.....	880
Zamawianie RFC pocztą elektroniczną.....	880
Zamawianie RFC w wersji drukowanej	880
Przydatne RFC według kategorii tematycznych	881
Informacje ogólne	881
Protokoły TCP i UDP.....	881
Protokoły IP i ICMP.....	882
Warstwy niższe	882
Inicjalizacja stacji.....	883
System DNS	883
Przesyłanie i dostęp do plików	884
Poczta elektroniczna.....	884
Protokoły wyznaczania tras.....	884
Wydajność i strategia wyznaczania tras.....	885
Dostęp terminalowy	885
Inne protokoły warstwy aplikacji.....	886
Zarządzanie siecią	886
Tunelowanie	887
OSI	887
Zabezpieczenia sieci.....	888
Różne.....	888
Lista RFC uporządkowanych według numerów	888

Dodatek B Ważniejsze skróty i akronimy..... 889

Skorowidz 897

Rozdział 2.

Protokół TCP/IP a sieć Internet

Neal S. Jamison

W tym rozdziale:

- ◆ Trochę historii.
- ◆ Dokumenty RFC a powstawanie standardów.
- ◆ Krótkie wprowadzenie do usług internetowych.
- ◆ Rzut oka na intranet i ekstranet.
- ◆ Internet jutra.
- ◆ Czy istnieje kierownictwo Internetu?

Protokół TCP/IP umożliwił ewolucję Internetu do obecnej postaci, która zrewolucjonizowała sposób życia i pracy ludzi, podobnie jak prasa drukarska, elektryczność i komputer. W niniejszym rozdziale omówimy genezę, ciała nadzorujące i przyszłe kierunki rozwoju Internetu. Zbadamy proces przekształcania nowych pomysłów w standardy oraz przedstawimy w zarysie część najpopularniejszych protokołów i usług, m.in. Telnet i HTTP.

Trochę historii

Łańcuch zdarzeń prowadzących do powstania Internetu rozpoczął się w zamierzonych czasach. Można wskazać wszystkie formy komunikacji, zmuszające naszych przodków do myślenia i pozwalające na wymianę informacji — malowidła naskalne, sygnały dymne, kurierzy konni itd. Następnym krokiem do celu był telegraf, telefon i transatlantycka komunikacja bezprzewodowa. Potem wynaleziono pierwsze komputery. Olbrzymie, przegrzewające się maszyny, mniej skuteczne od najmniejszych obecnych kalkulatorów, pomagały wygrywać wojny i przeprowadzać spisy ludności. Były jednak nieliczne i bardzo drogie; nikt również nie zdołałby wnieść ich do domu.

W latach 60. lampy próżniowe ustąpiły miejsca tranzystorom, a wraz ze wzrostem mocy i inteligencji komputerów zmniejszały się ich rozmiary i spadały ceny. Mniej więcej w tym czasie grupa naukowców pracowała nad możliwościami komunikacji komputerów. Leonard Kleinrock, wówczas doktorant w instytucie MIT, sformułował podstawy technologii *komutacji pakietów* (*packet switching*), publikując na ten temat pracę w 1961 roku. Jednocześnie Agencja Zaawansowanych Projektów Badawczych (*ARPA, Advanced Research*

Projects Agency) poszukiwała sposobów udoskonalenia komunikacji wewnętrznej oraz spełniającej potrzeby wojska. Praca Kleinrocka stała się inspiracją do dalszych badań. Agencja ARPA wydała tzw. *żądanie licytacji (RFQ, Request For Quotes)*, ogłaszając przetarg na utworzenie pierwszej sieci komutacji pakietów. Kontrakt zdobyła mała firma akustyczna Bolt, Beranek, and Newman (*BBN*) ze stanu Massachusetts i tak powstała sieć ARPANET. Był rok 1969.

Sieć ARPANET

Najstarsza sieć ARPANET składała się z czterech komputerów, umieszczonych na Uniwersytecie Kalifornijskim w Los Angeles (*UCLA, University of California at Los Angeles*), w Instytucie Badawczym Stanforda (*SRI, Stanford Research Institute*), w filii Uniwersytetu Kalifornijskiego w Santa Barbara oraz na Uniwersytecie Stanu Utah (*University of Utah*). Korzystała ona z *protokołu sterowania siecią (NCP, Network Control Protocol)*, umożliwiającego logowanie się (rejestrowanie użytkownika) na zdalnej stacji, drukowanie na zdalnej drukarce oraz przesyłanie plików. Pierwszy program poczty elektronicznej utworzył w 1971 roku Ray Tomlinson, inżynier z firmy BBN.

Protokół TCP/IP

Już pięć lat po narodzinach sieci ARPANET (w 1974 r.) Vinton Cerf i Robert Kahn opracowali *protokół sterowania transmisją (TCP, Transmission Control Protocol)*. Na początku lat 80. ograniczony protokół NCP zastąpiono protokołem TCP/IP — zaprojektowanym z myślą o osiągnięciu niezależności od wykorzystywanych komputerów i sieci. Pozwoliło to ARPANET-owi na rozwój przekraczający wszelkie oczekiwania dzięki możliwości wzajemnej komunikacji z innymi, podobnymi do niego sieciami niejednorodnymi (intersieciami). Tak oto narodził się Internet.



Nazwa internet (intersieć), pisana małą literą, oznacza dowolną sieć komputerów niejednorodnych. Nazwa Internet, pisana wielką literą, oznacza KONKRETNA sieć łączącą miliony komputerów i 200 milionów użytkowników.

Stosowanie protokołu TCP/IP wspierał amerykański Departament Obrony, wybierając go na swój protokół standardowy, wymagany również od dostawców. Mniej więcej w tym samym czasie projektanci z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley opublikowali nową, ogólnie dostępną wersję systemu UNIX — *4.2 BSD (Berkeley Software Distribution, pakiet dystrybucyjny Berkeley)*. Ścisła integracja z tym systemem przyczyniła się do dalszego rozwoju protokołu TCP/IP. System BSD stał się podwaliną innych systemów UNIX, co wyjaśnia przewagę protokołu TCP/IP w tym środowisku.

Protokół TCP/IP zapewniał niezawodność, potrzebną Internetowi do rozwinięcia skrzydeł. Z czasem naukowcy i praktycy dodali do zestawu TCP/IP kolejne protokoły i narzędzia. FTP, Telnet i SMTP powstały na początku. Do nowszych należą IMAP, POP i oczywiście HTTP.

Narodowa Fundacja Nauki (NSF)

Inną ważną siecią był NSFNet. Znaczenie prac związanych z ARPANET-em doceniła Narodowa Fundacja Nauki (*NSF, National Science Foundation*) USA, decydując się na utworzenie własnej sieci. NSFNet połączył pewną liczbę superkomputerów z urządzeniami uniwersyteckimi i rządowymi. Wraz ze wzrostem popularności sieci fundacja NSF zwiększyła jej możliwości, ulepszając łącza szkieletowe (*backbone*). Poczynając od łączy o szybkości 56 kilobitów na sekundę (kb/s), poprzez łącza T-1 (1,544 Mb/s) aż po T-3 (43 Mb/s), NSFNet niebawem stał się najszybszą istniejącą intersiecią.

Do kolejnych, utworzonych w tym czasie sieci należą BITNET (Because It's Time Network, dosł.: sieć „bo już czas”) i CSNET (Computer Science Research Network, naukowo-badawcza sieć komputerowa). ARPANET rozwijała się wówczas w tempie eksponentyjnym, podwajając co roku liczbę węzłów.

Na przełomie lat 80. i 90. sieć NSFNet zastąpiła starszy i wolniejszy ARPANET, stając się oficjalnym szkieletem Internetu.

Internet dzisiaj

W 1992 roku *Europejski Ośrodek Badań Jądrowych (CERN, Centre Européen pour la Recherche Nucléaire)* i Tim Berners-Lee przedstawili projekt *Wielkiej Światowej Pajęczyny (WWW, World Wide Web)*. Rok później wydano pierwszy program kliencki WWW — Mosaic („mozaika”). Fakty te umożliwiły przekształcenie Internetu z narzędzia wyłącznie tekstowego, stosowanego tylko przez naukowców i studentów, w narzędzie graficzne, wykorzystywane przez miliony ludzi.

W kwietniu 1995 roku zlikwidowano sieć NSFNet, zastępując ją konkurencyjnym szkieletem komercyjnym. Złagodziło to ograniczenia dotyczące podłączania się do Internetu, otwierając go na zupełnie nowy typ użytkownika — użytkownika komercyjnego.

Protokół dwupunktowy (PPP, Point-to-Point Protocol), utworzony w 1994 roku, przyjął się powszechnie w roku następnym. Pozwalał na komunikację TCP/IP za pośrednictwem linii telefonicznych, ułatwiając dostęp użytkownikom do Internetu. Zbiegło się to z debiutem pierwszych *usługodawców internetowych (ISP, Internet Service Provider)*, podłączających użytkowników do Internetu. Zaczął się gwałtowny wzrost liczby użytkowników domowych.

Internet nieustannie przyrasta w szokującym tempie stu procent rocznie (!).

Pobieżny przegląd obecnej sieci WWW pozwala dostrzec istotną ewolucję Internetu. Nie służy on już tylko do badań i komunikacji w dziedzinie nauki i wojskowości. Obecnie Internet jest także wykorzystywany m.in. do robienia zakupów i przeprowadzania transakcji bankowych. Poprzez sieć WWW można chociażby wyszukiwać przepisy na ulubione potrawy i czytać książki. Dzisiejszy Internet ma niezliczone zastosowania.

Dokumenty RFC a powstawanie standardów

W trakcie ewolucji Internetu pomysły z nim związane i uwagi na jego temat przedstawiano w postaci tzw. *prośby o komentarz* (RFC, *Request For Comments*). W dokumentach tych omówiono wiele aspektów technik obliczeniowych i komunikacji komputerowej związanych z Internetem. Pierwszy dokument RFC (RFC 1), zatytułowany „Host Software” („Oprogramowanie stacji”), napisał w kwietniu 1969 roku Steve Crocker, absolwent uniwersytetu UCLA i autor ośmiu spośród pierwszych 25 dokumentów RFC. Najstarsze dokumenty RFC stanowią fascynujący materiał źródłowy dla osób zainteresowanych historią Internetu. W postaci dokumentów RFC publikowane są także specyfikacje protokołów internetowych, definiowane przez grupy IETF oraz IESG (opisane dalej).

Wydawcą odpowiedzialnym za końcową redakcję dokumentów RFC jest *Redaktor RFC* (*RFC Editor*). Obecnie funkcję tę pełni grupa osób, pracująca pod egidą organizacji Internet Society.



Wszelkie informacje na temat dokumentów RFC są dostępne w witrynie <http://www.rfc-editor.org/>.



Dużą rolę w utworzeniu ARPANET-u i Internetu odegrał Jon Postel. Uczestniczył on w tworzeniu systemu nazw domen, którym administrował przez wiele lat. System ten jest nadal stosowany. Jon zainicjował działalność *Urzędu Przypisywanych Numerów Internetowych* (IANA, *Internet Assigned Numbers Authority*) i był redaktorem RFC. Zmarł w październiku 1998 roku. Hołdem złożonym jego pamięci jest dokument RFC nr 2468 (październik 1998), autorstwa Vintona Cerfa.

Dokumenty RFC są podstawowym środkiem używanym do ogłaszania nowych pomysłów protokołów, badań i norm. Kiedy badacz opracuje nowy protokół, studium czy podręcznik, może przedłożyć go jako dokument RFC. Pośród tych publikacji znajdziemy więc standardy Internetu, propozycje protokołów nowych i zmodyfikowanych, instrukcje wdrożeniowe, podręczniki, zalecenia dobrej praktyki itp.

Protokoły, które mają stać się standardami Internetu, przechodzą przez szereg etapów, określanych jako ich poziomy dojrzałości. Oto one: *propozycja standardu* (*Proposed Standard*), *standard ramowy* (*Draft Standard*) i standard. Wraz z kolejnymi etapami wzrasta dokładność badań i testów. Ostatecznie protokół standardowy zostaje dodatkowo oznaczony numerem STD.

Wraz z rozwojem technologii część protokołów zostaje wyparta przez rozwiązania lepsze lub w inny sposób traci aktualność. Takie dokumenty RFC określa się jako „historyczne”. Wyróżnia się również dokumenty RFC „eksperymentalne”, w których publikowane są wyniki wczesnych badań nad protokołami i ich rozwojem.

Protokoły opracowywane przez różne organizacje normalizacyjne, producentów i naukowców również mogą być ważne, a nawet zalecane do użytku w Internecie. Publikacja w formie RFC jest istotnym ułatwieniem w rozpowszechnieniu dokumentu w sieci Internet. Takie dokumenty określa się mianem „informacyjnych”.

Zdarzają się przypadki, że protokół uzyska powszechną akceptację i bazę wdrożeń bez wcześniejszego zatwierdzenia przez IESG. Wpływa na to ewolucja protokołów na rynku oraz strategię korporacji. Protokoły niezależnych producentów mogą uzyskać znaczenie dla społeczności internetowej w wyniku popularności w sieciach wewnętrznych firm. Rada IAB zaleca jednak respektowanie procedury standaryzacyjnej, podkreślając jej wpływ na współdziałanie i zabezpieczanie przed niezgodnościami wymagań specyfikacji.

Nie wszystkie protokoły implementuje się w każdym systemie. Brama, router, serwer usług terminalowych, stacja użytkownika czy stacja wielodostępna — każde z tych urządzeń podlega innym specyfikacjom.

Dostęp do dokumentów RFC

Dokumenty RFC są dostępne w różnych miejscach. Można zacząć od odwołania się do ich indeksu. Listę indeksów przedstawiono w następnym punkcie.

Istnieje kilka sposobów pobrania treści dokumentów RFC, m.in. za pośrednictwem usług WWW, FTP i Telnet oraz poczty elektronicznej. Listę węzłów FTP przechowujących dokumenty RFC zawiera tabela 2.1.

Tabela 2.1. Węzły FTP udostępniające dokumenty RFC

Węzeł	Konto/Hasło/Katalog
<i>ftp.isi.edu</i>	<i>anonymous/nazwa@stacja.domena/in-notes</i>
<i>wuarchive.wustl.edu</i>	<i>anonymous/nazwa@stacja.domena/doc/rfc</i>

Dokumenty RFC można uzyskać z kilku źródeł za pośrednictwem poczty elektronicznej. Wysyłając np. na adres *nis-info@nis.nsf.net* wiadomość o pustym wierszu tematu i treści *send rfc nnnn.txt* (wyslij rfc nnnn.txt), można uzyskać dokument RFC o podanym numerze *nnnn*.



Wiele spośród tych miejsc udostępnia dokumenty także przez sieć WWW. Dobrym punktem wyjściowym do przeszukiwania dostępnych zasobów jest witryna <http://www.rfc-editor.org/>.

Do najprostszych sposobów znalezienia odpowiedniego pliku należy wpisanie `find RFC nnnn` w pasku adresu programu Internet Explorer. Odpowiednia strona jest wówczas wywoływana bezpośrednio.

Więcej informacji na ten temat znajduje się pod adresem <http://www.isi.edu/in-notes/rfc-retrieval.txt>.

Indeksy dokumentów RFC

Pełny indeks wszystkich dokumentów RFC zająłby zbyt wiele stron książki. W sieci WWW istnieją jednak następujące indeksy, w formatach tekstu ASCII i języka HTML, które umożliwiają przeszukiwanie RFC nie tylko pod kątem ich tytułów, ale również statusu i zawartości.

- ♦ tekstowy — <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc-index.txt>;
- ♦ HTML — <ftp://ftpeng.cisco.com/fred/rfc-index/rfc.html>;
- ♦ HTML (według protokołu) — <http://www.garlic.com/~lynn/rfcprot.htm>.



Wyszukiwarka dokumentów RFC znajduje się pod adresem <http://www.rfc-editor.org/rfcsearch.html>.

Humorystyczne dokumenty RFC

Nie wszystkie dokumenty RFC należy traktować serio. Listę kilku mniej poważnych zawiera tabela 2.2.

Tabela 2.2. *Humorystyczne dokumenty RFC*

Numer	Tytuł
527	ARPAWOCKY
968	'Twas The Night Before Startup („Była to noc przed uruchomieniem”)
1097	Telnet subliminal-message option („Opcja komunikatu subliminalnego protokołu Telnet”)
1121	Act one: the poems („Akt pierwszy: poematy”)
1149	A standard for the Transmission of IP Datagrams on Avian Carriers („Standard transmisji datagramów IP nośnikiem ptasim”)
1300	Remembrances of Things Past („Wspomnienia rzeczy przeszłych”)
1438	IETF Statements of Boredom (SOBs) („Instrukcje nudy [SOB] zespołu IETF”)
1882	The 12 days of technology before Christmas („Dwanaście dni technologii przed Bożym Narodzeniem”)
1925	The 12 networking truths („Dwanaście prawd sieciowych”)
1927	Suggested additional MIME types for associating documents („Sugerowane dodatkowe typy MIME kojarzenia dokumentów”)

Krótkie wprowadzenie do usług internetowych

Bez popularnych protokołów i usług, np. HTTP, SMTP i FTP, Internet byłby tylko bezwartościowym połączeniem wielu komputerów. W niniejszym podrozdziale opisano najpopularniejsze i najbardziej przydatne protokoły internetowe, odsyłając po dodatkowe informacje do innych rozdziałów książki.

Whois i Finger

Whois („kto to jest”) jest usługą i protokołem umożliwiającym odnajdywanie informacji o stacjach i domenach internetowych. Klienci usługi Whois mogą wysyłać zapytania do serwerów udostępnionych baz danych Whois i pobierać informacje o tradycyjnych adresach pocztowych, dane kontaktowe dla stacji i domen itd. Usługa ta jest wykorzystywana przez niektóre organizacje, zwłaszcza na uniwersytetach, jako forma łatwo dostępnego spisu pracowników.

Usługa Whois korzysta z powszechnie znanego portu 43 protokołu TCP. Jest zdefiniowana przez dokument RFC nr 954.

Finger („palec”) jest usługą i protokołem umożliwiającym zbieranie informacji o użytkownikach Internetu. „Wskazując palcem” osobę, można uzyskać adres jej poczty elektronicznej, dowiedzieć się, czy jest dla niej poczta, czy osoba ta jest aktualnie dostępna, a nawet przeczytać co nieco na temat jej obecnej pracy. Niektórzy administratorzy wyłączają ją z tego powodu. Usługa Finger oczekuje na sygnał na porcie 79 protokołu TCP. Jest zdefiniowana przez dokument RFC nr 1288.

Więcej informacji na temat tych usług znajduje się w rozdziale 29., „Usługi Whois i Finger”.

Protokół przesyłania plików

Protokół przesyłania plików (FTP, File Transfer Protocol) jest usługą i protokołem umożliwiającym przesyłanie plików przez Internet. Należy do wcześniejszych protokołów (jego historia sięga roku 1971). Usługa FTP jest zwykle stosowana do publicznego udostępniania plików użytkownikom anonimowym. Wykorzystuje powszechnie znany port 21 protokołu TCP, a zdefiniowana jest w dokumencie RFC nr 959.

Więcej informacji na temat FTP i innych protokołów przesyłania plików znajduje się w rozdziale 30., „FTP i TFTP — protokoły przesyłania plików”.

Telnet

Telnet jest programem emulacji terminala przeznaczonym dla Internetu. Umożliwia on logowanie się na stacjach zdalnych bez uciążliwych obaw o zgodność terminali. Zalicza się do najwcześniejszych protokołów i usług wprowadzanych u zarania Internetu (por. RFC 15). Usługa Telnet wykorzystuje powszechnie znany port 23 protokołu TCP i jest zdefiniowana w dokumencie RFC nr 959.

Więcej informacji na temat Telnetu zamieszczono w rozdziale 31., „Korzystanie z usługi Telnet”.

Poczta elektroniczna

Standardem internetowym poczty elektronicznej jest *protokół prostego przesyłania poczty (SMTP, Simple Mail Transfer Protocol)*. Korzysta z niego codziennie wiele osób, nie zdając sobie nawet z tego sprawy. Protokołowi SMTP towarzyszą inne protokoły i usługi, np. *POP3* i *IMAP4*, umożliwiające manipulację pocztą na serwerze oraz pobieranie jej na komputer lokalny. Protokół SMTP korzysta z powszechnie znanego portu 25 protokołu TCP i jest zdefiniowany w dokumencie RFC nr 821.

Więcej informacji na temat SMTP oraz innych protokołów i usług poczty elektronicznej znajduje się w rozdziale 35., „Protokoły internetowej poczty elektronicznej”.

Sieć WWW

„Językiem” sieci WWW jest protokół HTTP. Zawdzięczamy go eksplozji Internetu w połowie lat 90. Powstały wówczas programy klienckie HTTP (np. Mosaic i Netscape), umożliwiające „oglądanie” sieci Web. Wkrótce potem zaprojektowano serwery tej sieci, udostępniające przydatne informacje. Obecnie w Internecie istnieje ponad sześć milionów serwerów WWW, posługujących się „językiem” HTTP. Protokół ten wykorzystuje powszechnie znany port 80 protokołu TCP, a jego bieżąca wersja (1.1) jest zdefiniowana w dokumencie RFC nr 2616.

Więcej informacji na temat HTTP oraz innych protokołów i usług sieci Web znajduje się w rozdziale 36., „Protokół HTTP: sieć WWW”.

Grupy dyskusyjne sieci USENET

Protokół przesyłania wiadomości sieciowych (NNTP, Network News Transfer Protocol) jest protokołem i usługą przeznaczoną do ogłaszania, przesyłania i pozyskiwania wiadomości grup dyskusyjnych sieci USENET. Sieć ta sama w sobie jest lekcją historii. To system elektronicznej tablicy ogłoszeniowej o rozmiarach dostosowanych do Internetu, zbudowany z grup dyskusyjnych, czyli forów, na których omawiane są wszelkie tematy. Protokół NNTP korzysta z powszechnie znanego portu 119 protokołu TCP, a zdefiniowany jest w dokumencie RFC nr 977.

Więcej informacji na temat protokołu NNTP znajduje się w rozdziale 37., „Protokół NNTP: internetowe grupy dyskusyjne”.

Rzut oka na intranet i ekstranet

Komercjalizacja Internetu (w 1991 r.) w krótkim czasie udostępniła firmom nowe, lepsze sposoby oszczędzania czasu i pieniędzy oraz uzyskiwania przewagi strategicznej. Do dziś jednym z głównych zastosowań technologii internetowych jest *intranet*.

Sieci intranetowe

Intranet to wewnętrzna sieć lokalna organizacji, której podstawowym protokołem jest TCP/IP. Usługi intranetu bazują na standardowych rozwiązaniach sieci Internet, takich jak HTTP, FTP, Telnet, SSH itp.

Innymi słowy intranet jest skończoną, zamkniętą siecią komputerów, współdzielących dane za pomocą technologii internetowych. Intranet może być podzbiorem Internetu, blokującym dostęp nieproszonym gościom. Może też pozostawać fizycznie odłączony od innych sieci.

Zalety intranetu

Korzystanie z intranetu w organizacji ma wiele zalet. Niski koszt wdrażania i obsługi zapewnia bardzo wysoki stopień zwrotu nakładów (ROI, Return On Investment). Zalety te obejmują:

- ♦ **Łatwość wykorzystania.** Ponieważ interfejsem użytkownika w intranecie jest przeglądarka sieci Web, koszty szkolenia są niskie lub zerowe.
- ♦ **Łatwość rozprowadzania informacji do użytkowników.** Sieci intranetowe umożliwiają wydajne udostępnianie informacji użytkownikom firmy — zarówno jednostronicowej notatki służbowej, jak i 500-stronicowej książki telefonicznej.
- ♦ **Redukcję kosztów drukowania.** Rozprowadzanie w ten sposób informacji do użytkowników może być w dużych organizacjach trudne i bardzo kosztowne.
- ♦ **Cechy dodatkowe dokumentów.** Wyszukiwanie nazwiska lub produktu w papierowym katalogu nie jest specjalnie trudne, ale czasochłonne i nudne.
- ♦ **Zwiększanie dokładności danych.** Wydrukowane dokumenty mogą się bardzo szybko dezaktualizować. Obieg takich dokumentów jest niekiedy niebezpieczny.

Oto tylko niektóre zalety sieci intranetowych. Firmy z nich korzystające zdają sobie sprawę, że jest ich znacznie więcej. Dzięki stosowaniu technologii i usług internetowych, np. serwerów WWW Open Source i przeglądarek, uzyskanie tych korzyści jest względnie tanie.

Przykładowe zastosowania intranetu

Intranet może służyć wielu celom, zwiększając wydajność i produktywność organizacji. Poniższa lista opisuje kilka typowych zastosowań tej technologii:

- ♦ **Kadry:** Coraz więcej firm puszcza w obieg intranetowy ogłoszenia o pracy, przechowuje bazy danych o kwalifikacjach pracowników, rozprowadza różne dokumenty, np. listy obecności, raporty wydatków, polecenia przelewów itp.
- ♦ **Zarządzanie projektami:** W intranecie można ogłaszać arkusze kalkulacyjne i wykresy Gantta, uaktualniane przez kierowników projektów. Można także publikować raporty sytuacyjne, przeglądane i komentowane przez kierowników.
- ♦ **Śledzenie inwentarza:** Bazy danych wyposażenia i środków trwałych można udostępniać zarówno w formacie pierwotnym, jak i za pośrednictwem wzbogacających prezentację danych aplikacji.
- ♦ **Zarządzanie plikami biurowymi:** Niezawodny serwer intranetowy, korzystający z otwartych technologii sieci Web, może zastąpić serwer plików.

Intranet służy użytkownikom w organizacji, a także czerpią z niego korzyści klienci z zewnątrz. Stąd wynika pojęcie ekstranetu, omawiane poniżej.

Otwieranie intranetu na użytkowników z zewnątrz

Celem intranetu jest współdzielenie informacji przez pracowników firmy lub członków organizacji. *Ekstranet* idzie krok dalej, umożliwiając bezpieczny dostęp określonym grupom użytkowników z zewnątrz. Praktyczne zastosowanie ekstranetu polega np. na udostępnianiu informacji przez firmę jej partnerom strategicznym — klientom, dostawcom, spedytorom itp. Ekstranet to w skrócie sieć między firmami (B2B).

Zastosowania sieci ekstranetowych są następujące:

- ♦ Wykorzystanie w działalności gospodarczej *elektronicznej wymiany danych* (EDI, *Electronic Data Interchange*) i innych aplikacji.
- ♦ Wspólna praca różnych organizacji nad projektami.
- ♦ Wspólne korzystanie przez organizacje partnerskie z grup dyskusyjnych i innych informacji.

Przykładem rozwiązania ekstranetowego jest udostępnienie intranetu przez dużą firmę spedycyjną popularnej księgarni internetowej, umożliwiające wysyłkę towarów księgarni do klientów.

Internet jutra

Wraz ze wzrostem popularności i wykorzystania Internetu analogiczny efekt występuje w technologiach internetowych. Podjęto trzy najbardziej obiecujące inicjatywy:

- ♦ *Internet następnej generacji* (NGI, *Next Generation Internet Initiative*);
- ♦ *bardzo szybka usługa sieci szkieletowej* (vBNS, *very-high-speed Backbone Network Service*);
- ♦ Internet2 (I2).

Internet następnej generacji (NGI)

Z inicjatywą tą wystąpił w 1998 roku prezydent USA, B. Clinton. Jej celem jest koordynacja poczynań instytucji akademickich i agencji federalnych pod kątem projektowania i tworzenia następnej generacji usług internetowych.



Więcej informacji na ten temat znajduje się pod adresem <http://www.ngi.gov/>.

Usługa vBNS

Fundacja NSF poniosła koszty utworzenia eksperymentalnego, niezwykle szybkiego szkieletu *sieci rozległej* (WAN, *Wide Area Network*). Jest to sieć vBNS, zrealizowana przez firmę MCI WorldCom, przeznaczona do testowania nowych, bardzo szybkich protokołów

i technologii internetowych. Obecnie łączy kilka ośrodków superkomputerowych i punktów dostępu do sieci — przy szybkości OC-12 (622 Mb/s) i większej. W lutym 1999 roku firma MCI WorldCom ogłosiła instalację łącza OC-48 (2,5 Gb/s) między miastami Los Angeles a San Francisco (w Kalifornii).



Więcej informacji na temat usługi vBNS znajduje się pod adresem <http://www.vbns.net/>.

Internet2 (I2)

Internet2 jest siecią testową, umożliwiającą uniwersytetom, rządowi i przemysłowi wspólne projektowanie zaawansowanych technologii internetowych. Jej uczestnicy łączą się za pomocą sieci *Abilene*, osiągającej maksymalną szybkość 9,6 Gb/s. Sieć I2 korzysta też z usługi vBNS, opisanej w poprzednim punkcie.



Więcej informacji na temat sieci I2 znajduje się pod adresem <http://www.internet2.edu/>, a dotyczących sieci *Abilene* — pod adresem <http://www.ucaid.edu/abilene/>.

Czy istnieje kierownictwo Internetu?

Rozrost Internetu oraz wszystkie technologiczne inicjatywy jego udoskonalania mogą sugerować duże obciążenie kierującej nim grupy. Jest to prawda tylko częściowo, gdyż nie istnieje grupa „kierująca” Internetem. Nad siecią nie sprawuje zwierzchnictwa żaden kierownik, dyrektor ani prezes. Internet de facto nadal kwitnie na gruncie anarchistycznej kontrkultury lat 60., z której wyrósł. Działa jednak kilka grup nadzorujących technologie internetowe, procesy rejestracji i inne zawiłości pracy w najważniejszej sieci świata.

Towarzystwo Internetowe (ISOC)

Towarzystwo Internetowe (*ISOC, Internet Society*) jest stowarzyszeniem fachowców, składającym się z przeszło 150 organizacji i 6000 osób z ponad 100 krajów. Wspomniane organizacje i osoby nadzorują problemy związane z Internetem i jego przyszłością. Towarzystwo ISOC składa się z kilku grup odpowiedzialnych za standardy infrastruktury Internetu, w tym z *Komisji ds. Architektury Internetu (IAB, Internet Architecture Board)* i *Zespołu Zadaniowego Inżynierii Internetowej (IETF, Internet Engineering Task Force)*.



Towarzystwo ISOC ma stronę WWW pod adresem <http://www.isoc.org/>.

Komisja ds. Architektury Internetu (IAB)

Komisja IAB, uprzednio nosząca nazwę *Komisji Działań Internetowych (Internet Activities Board)*, jest technicznym ramieniem doradczym towarzystwa ISOC. Jej nieliczni członkowie są mianowani przez zespół IETF, a zatwierdzani przez *Radę Zarządzającą ISOC (ISOC Board of Trustees)*. Spotykają się regularnie w celu przeglądania i stymulowania nowych pomysłów i propozycji, rozwijanych następnie przez zespół IETF i grupę IESG.



Witryna WWW komisji IAB znajduje się pod adresem <http://www.iab.org/>.

Zespół Zadaniowy Inżynierii Internetowej (IETF)

Zespół IETF jest otwartą społecznością projektantów, producentów i badaczy sieci, zainteresowanych ewolucją Internetu. Spotyka się tylko trzy razy w roku, większość działań wykonując za pośrednictwem list wysyłkowych. Zespół jest podzielony na grupy robocze, przypisane do konkretnych tematów, m.in. ds. *protokołu przesyłania hipertekstu (HTTP, HyperText Transfer Protocol)* i *protokołu drukowania w Internecie (IPP, Internet Printing Protocol)*.



Zespół IETF jest otwarty dla wszystkich. Jego witryna WWW znajduje się pod adresem <http://www.ietf.org/>.

Grupa Kierowania Inżynierią Internetową (IESG)

Grupa Kierowania Inżynierią Internetową (IESG, Internet Engineering Steering Group) jest odpowiedzialna za techniczne zarządzanie działaniami zespołu IETF i rozwojem standardów internetowych. Zapewnia także zgodność postępowania z regułami i procedurami towarzystwa ISOC. Końcowa aprobata specyfikacji, przed ich uznaniem za standardy internetowe, jest dziełem grupy IESG.



Więcej informacji na temat grupy IESG znajduje się pod adresem <http://www.ietf.org/iesg.html>.

Urząd Przypisywanych Numerów Internetowych (IANA)

Urząd Przypisywanych Numerów Internetowych (IANA, Internet Assigned Numbers Authority) odpowiada za przypisywanie adresów IP oraz zarządzanie przestrzenią nazw domen. Kontroluje także numery portów protokołu IP i inne parametry. Urząd IANA działa pod auspicjami korporacji ICANN.



Urząd IANA jest dostępny pod adresem <http://www.iana.org/>.

Korporacja Internetowa ds. Przypisywanych Numerów i Nazw (ICANN)

Powstanie *Korporacji Internetowej ds. Przypisywanych Numerów i Nazw (ICANN, Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)* było efektem próby umiędzynarodowienia administracji adresami IP i nazwami domen. Korporacja ta ma pomóc w przejęciu administracji domenami i adresami internetowymi przez sektor prywatny. Obecnie korporacja

ICANN zajmuje się *systemem rejestru udostępnionego (SRS, Shared Registry System)*, otwierającym proces rejestracji domen na konkurencję rynkową. Więcej informacji na temat systemu SRS znajduje się w następnym punkcie.



Szczegółowe informacje na temat korporacji ICANN można uzyskać w witrynie <http://www.icann.org/>.

Ośrodek InterNIC a inne podmioty rejestrujące

Ośrodek Informacji Sieciowych Internetu (InterNIC, Internet Network Information Center), obsługiwany przez firmę Network Solutions Inc., jest od 1993 roku podstawowym podmiotem rejestrowania domen najwyższego poziomu (.com, .org, .net, .edu). Pozostaje pod nadzorem *Narodowej Administracji Telekomunikacji i Informacji (NTIA, National Telecommunications & Information Administration)*, będącej podgrupą Departamentu Handlu (*Department of Commerce*) USA. InterNIC przekazał część odpowiedzialności innym podmiotom rejestrującym, m.in. ośrodkowi NIC Departamentu Obrony i ośrodkowi NIC Azji i Pacyfiku (*Asia-Pacific NIC*). Ostatnio odnotowano kolejne inicjatywy, prowadzące do dalszego podziału ośrodka InterNIC. Zgodnie z jednym z tych projektów, systemem SRS, usiłuje się wprowadzić do procesu rejestracji domen otwartą konkurencję. W ramach tej inicjatywy obecnie rejestruje domeny ponad 60 firm.

Listę głównych podmiotów rejestracyjnych zawiera tabela 2.3.

Tabela 2.3. Główne podmioty rejestracyjne

Nazwa	Adres URL
Ośrodek InterNIC	http://www.internic.net/
Ośrodek NIC Departamentu Obrony	http://nic.mil/
Ośrodek NIC Azji i Pacyfiku	http://www.apnic.net
Rejestr Federalny USA (U.S. Federal Register)	http://nic.gov/
Europejskie Sieci IP (RIPE, Réseaux IP Européens)	http://www.ripe.net
Rada Rejestrująca (CORE, Council of Registrars)	http://www.corenic.org/
Register.com	http://register.com

Redaktor RFC

Jedną z podstawowych funkcji dokumentów RFC jest określanie standardów współdziałania stacji internetowych. Więcej informacji na ten temat znajduje się powyżej, w podrozdziale „Dokumenty RFC a powstawanie standardów”.

Redaktor RFC jest wydawcą tych dokumentów, odpowiedzialnym za ich końcowy kształt.



Więcej informacji na temat pracy Redaktora RFC (od pewnego już czasu to grupa redaktorów, pracująca pod auspicjami Internet Society) znajduje się w witrynie <http://www.rfc-editor.org/>.

Usługodawcy internetowi (ISP)

Przeprowadzoną w latach 90. komercjalizację Internetu powitało z nadzieją wielu usługodawców internetowych, czekających na możliwość udostępniania Internetu milionom użytkowników w domach i firmach. *ISP (Internet Service Providers)* to firmy instalujące u siebie serwery internetowe, wyposażone w modemy i korzystające z protokołu PPP albo SLIP. Użytkownicy zdalni mogą dzwonić do tych serwerów ze swoich komputerów osobistych, w rezultacie podłączając się do Internetu.

Usługodawcy pobierają opłaty za taki dostęp. Większość oferuje także konta poczty elektronicznej na swoich serwerach, a niektórzy dodatkowo konta powłoki UNIX (popularnie nazywane „shellowymi”).

Więksi, hurtowi ISP zapewniają firmom i mniejszym usługodawcom dostęp do szybkich sieci, np. ISDN, T-1 itp.



Bazę danych ISP przechowuje firma Internet.com. Można ją przeszukiwać według telefonicznych numerów kierunkowych. Przewodnik ten znajduje się pod adresem <http://thelist.internet.com/>.

Podsumowanie

W niniejszym rozdziale przedstawiliśmy historię Internetu, jego ewolucję i inne zagadnienia pokrewne, w tym intranet i ekstranet oraz współczesne technologie internetowe.

Wyjaśniliśmy w nim istotę dokumentów RFC i opisaliśmy dostęp do miejsc ich przechowywania.

Zaprezentowaliśmy kilka najpopularniejszych usług internetowych, w tym HTTP, Telnet, FTP i SMTP, wraz z odwołaniami do rozdziałów zawierających szczegółowe informacje na ich temat.

Przedstawiliśmy organizacje, które doprowadziły Internet do dzisiejszej postaci oraz nadal przyczyniają się do jego rozwoju wraz ze zmieniającymi się technologiami i wymaganiami. Trudno przewidzieć przyszłość Internetu. W ciągu kilku lat rozrósł się z drobnej sieci eksperymentalnej, wykorzystywanej przez nielicznych naukowców, w sieć globalną z milionami komputerów i użytkowników. Jedno jest pewne — takie projekty jak NGL, I2 oraz vBNS pozwalają jedynie na obserwację początków możliwości i zastosowań tej fascynującej technologii.