CCNA to dopiero początek.
Opanuj sieci CISCO w praktyce!

WYDANIE II

Wojownik sieci

HELION

O'REILLY®

Gary A. Donahue

Tytuł oryginału: Network Warrior

Tłumaczenie: Lech Lachowski (wstęp, rozdz. 1 – 21),
Marek Pałczyński (rozdz. 22 – 31),
Marcin Komarnicki (rozdz. 32 – 41)

Korekta merytoryczna: Marcin Romanowski

ISBN: 978-83-246-3700-3

© 2012 Helion S.A.

Authorized Polish translation of the English edition of Network Warrior, 2nd Edition, ISBN 9781449387860
© 2011 Gary Donahue. All rights reserved.
This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiejkolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz Wydawnictwo HELION dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz Wydawnictwo HELION nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Wydawnictwo HELION
ul. Kościuszki 1c, 44-100 GLIWICE
tel. 32 231 22 19, 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: http://helion.pl (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
http://helion.pl/user/opinie/wojsie
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

Printed in Poland.

• Kup książkę
• Poleć książkę
• Oceń książkę

• Księgarnia internetowa
• Lubię to! » Nasza społeczność

Spis treści

ROZDZIAŁ 9.

Routing i routery

Termin **routing**, inaczej trasowanie, może posiadać wiele znaczeń w zależności od dyscypliny, w której jest stosowany. Zasadniczo odnosi się on do sposobu wyznaczania ścieżki lub trasy wykorzystywanej dla określonych celów. W telekomunikacji rozmowa może być rutowana na podstawie wybranego numeru lub jakiegoś innego identyfikatora. W każdym z przypadków chodzi o określenie ścieżki dla tej rozmowy.

Poczta jest również rutowana — i nie mówię tu o poczcie elektronicznej (chociaż e-mail oczywiście także jest rutowany) — ale raczej o tradycyjnej poczcie. Kiedy piszesz na kopercie adres i kod pocztowy, dostarczasz parametry umożliwiające poczcie rutowanie Twojego listu. Podajesz adres docelowy i zazwyczaj adres nadawcy, a poczta wyznacza najlepszą trasę dla przesyłki. Jeśli istnieje problem z dostarczeniem listu, adres zwrotny wykorzystywany jest w celu rutowania go z powrotem do Ciebie. Sama ścieżka, którą list jest dostarczany od źródła do celu, nie ma praktycznie znaczenia. Dla Ciebie liczy się jedynie (i całe szczęście) dostarczenie przesyłki w odpowiednim czasie i w jednym kawałku.

W środowisku IP pakiety lub ramki w sieci lokalnej przekazywane są przez przełączniki, huby lub mostki. Jeśli adres docelowy znajduje się poza obrębem sieci lokalnej, pakiet musi być przekazany do **bramy** (ang. *gateway*). Brama odpowiada za określenie sposobu dostarczenia pakietu tam, gdzie powinien się znaleźć. Publikacja RFC 791, zatytułowana PROTOKÓŁ INTERNETOWY (ang. *Internet Protocol*), definiuje bramę następująco:

> 2.4. Bramy
>
> Bramy wykorzystują protokół internetowy do przekazywania datagramów między sieciami. Stosują też protokół GGP (ang. *Gateway-to-Gateway Protocol*) do koordynowania routingu i innych internetowych informacji kontrolnych.
>
> W bramie nie muszą być implementowane protokoły wyższej warstwy, a funkcje GGP są dodawane do modułu IP.

Kiedy stacja w sieci wysyła pakiet do bramy, nie przejmuje się tym, **w jaki sposób** zostanie on dostarczony do celu — ważne jest tylko, żeby został dostarczony (przynajmniej w przypadku protokołu TCP). Podobnie jak w przypadku tradycyjnej przesyłki pocztowej każdy pakiet zawiera informacje o adresie źródłowym i docelowym, więc routing nie powinien stanowić problemu.

W sferze semantyki oraz IP brama jest urządzeniem, które przekazuje pakiety do miejsca przeznaczenia innego niż sieć lokalna. Z wielu względów praktycznych brama jest routerem. Generalnie używam w tej książce terminu router, choć napotkasz jeszcze określenie **brama domyślna** (ang. *default gateway*).

W dawnych czasach w dziedzinie transmisji danych „bramą" nazywano urządzenie tłumaczące jeden protokół na drugi. Przykładowo urządzenie konwertujące łącze szeregowe na łącze równoległe mogło być określane jako brama. Podobnie było w przypadku urządzenia konwertującego Ethernet na Token Ring. Obecnie takie urządzenia nazywa się **media-konwerterami** (ang. *media converters*). (To nie będzie pierwszy raz, kiedy można mnie oskarżyć o nawiązywanie do starych dobrych czasów — usiądź wygodnie w bujanym fotelu na werandzie, popijając miętową lemoniadę, a ja opowiem Ci historyjkę).

Routery zazwyczaj komunikują się ze sobą za pomocą jednego lub kilku **protokołów routingu** (ang. *routing protocols*), zwanych też protokołami trasowania. Protokoły te umożliwiają routerom pozyskiwanie informacji o sieciach innych niż ta, do której są podłączone.

Urządzenia sieciowe ograniczały się niegdyś do mostków i routerów. Mostki, huby i przełączniki operowały jedynie w warstwie drugiej modelu ISO/OSI, a routery tylko w warstwie trzeciej. Obecnie te poszczególne urządzenia często połączone są w jedno, a routery i przełączniki mogą pracować we wszystkich siedmiu warstwach modelu ISO/OSI.

W dzisiejszym świecie każde urządzenie ma, jak się wydaje, nieograniczone możliwości. Czemu więc miałbyś wybrać router zamiast przełącznika? Routery są raczej WAN-centryczne, podczas gdy przełączniki LAN-centryczne. Jeśli więc łączysz sieci T1, wybierzesz prawdopodobnie router. Do sieci Ethernet lepiej nada się switch.

Tabele routingu

Routing jest podstawowym procesem, wspólnym dla prawie każdego rodzaju stosowanych obecnie sieci. Mimo to nadal wielu inżynierów nie rozumie, jak działa routing. O ile proces uzyskiwania certyfikatu Cisco powinien Ci pomóc opanować konfigurację routera, o tyle w tej sekcji pokażę Ci, co powinieneś wiedzieć o routingu w prawdziwym świecie. Skupię się na fundamentach, bo tego właśnie wydaje się brakować wielu inżynierom — spędzamy mnóstwo czasu na studiowaniu najnowszych technologii, zapominając czasem o podstawowych zasadach, na których wszystko się opiera.

W routerach Cisco tabela routingu (inaczej tablica trasowania) zwana jest **bazą informacji routingu** — RIB (ang. *route information base*). Jeśli wpiszesz polecenie `show ip route`, otrzymasz sformatowany widok informacji z RIB.

Każdy protokół trasowania ma swoją własną tablicę informacji. Przykładowo EIGRP posiada tablicę topologii, a OSPF (ang. *Open Shortest Path First*) bazę danych OSPF. Każdy protokół sam decyduje też, które trasy będzie przechowywał w swojej bazie danych. Protokoły routingu używają indywidualnych metryk do określania najlepszych tras. Mogą to być bardzo różne metryki, a wartości metryczne zależą od protokołu, który posłużył do wyznaczenia trasy. W ten sposób ta sama ścieżka może mieć wartość metryczną 2 w przypadku protokołu RIP (ang. *Routing Information Protocol*), 200 w przypadku OSPF oraz 156160 dla EIGRP.

Protokoły routingu oraz metryki opisane są bardziej szczegółowo w rozdziale 10.

Jeśli ta sama ścieżka wyznaczona została na podstawie informacji z dwóch źródeł w obrębie jednego protokołu routingu, to stosowana jest ta z lepszą metryką. Z kolei jeśli ta sama ścieżka wyznaczona została przez dwa protokoły na tym samym routerze, to zostanie wybrany protokół charakteryzujący się mniejszym dystansem administracyjnym. **Dystans administracyjny** (ang. *administrative distance*) to wartość przypisana każdemu protokołowi routingu, umożliwiająca routerowi priorytetyzację ścieżek wytyczonych przez kilka źródeł. Tabela 9.1 przedstawia zestawienie wartości dystansów administracyjnych dla różnych protokołów routingu.

Tabela 9.1. Dystans administracyjny poszczególnych protokołów routingu

Rodzaj trasy	Dystans administracyjny
Interfejs podłączony bezpośrednio	0
Trasa statyczna	1
Protokół EIGRP trasa skonsolidowana	5
Protokół External BGP	20
Protokół Internal EIGRP	90
Protokół IGRP	100
Protokół OSPF	110
Protokół IS-IS	115
Protokół RIP	120
Protokół EGP	140
Protokół ODR	160
Protokół External EIGRP	170
Protokół Internal BGP	200
Nieznany	255

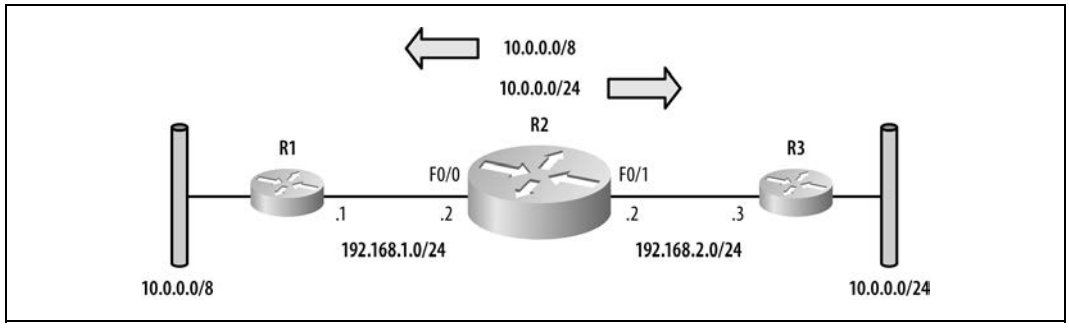
Spanning Tree, omówiony w rozdziale 8., nie jest właściwie protokołem trasowania, gdyż nie dotyczy bezpośrednio transmisji danych. STP odpowiada za pętle i zapobiega ich powstawaniu z perspektywy fizycznej oraz warstwy drugiej modelu ISO/OSI. Innymi słowy, Spanning Tree zajmuje się raczej wybieraniem takich ścieżek w obrębie swojej domeny, które będą wolne od pętli, niż takich, po których mają być przesyłane dane.

Router, odbierając pakiet, decyduje, czy ma on być przesłany do innej sieci. Jeśli tak, router sprawdza, czy w bazie RIB istnieje zapisana ścieżka do docelowej sieci. W przypadku odnalezienia zgodności pakiet jest dostosowywany i przesyłany właściwym interfejsem do miejsca przeznaczenia (więcej szczegółów na temat tego procesu znajdziesz w rozdziale 15.). Jeśli w bazie nie odnaleziono ścieżki, pakiet jest przekazywany do bramy domyślnej, o ile taka istnieje. Jeśli nie ma bramy domyślnej, to pakiet jest odrzucany.

Pierwotnie sieć docelową opisywano przez podanie adresu sieciowego oraz maski podsieci. Dzisiaj dla określenia sieci docelowej podaje się adres sieciowy i długość prefiksu. Adres sieciowy

to adres IP sieci, do której się odnosimy. Długość prefiksu to liczba bitów w masce podsieci, które mają wartość 1. Do określenia sieci stosuje się więc format **adres-sieciowy/długość-prefiksu**. Przykładowo sieć 10.0.0.0 z maską podsieci 255.0.0.0 może być opisana jako 10.0.0.0/8. W przypadku takiego formatu ścieżka zwana jest po prostu prefiksem. Mówi się, że sieć 10.0.0.0/24 ma dłuższy prefiks niż sieć 10.0.0.0/8. Im więcej bitów wykorzystanych jest do identyfikacji części sieciowej adresu, tym dłuższy będzie prefiks.

Baza RIB może zawierać wiele ścieżek do tej samej sieci. W przykładzie przedstawionym na rysunku 9.1 router R2 uczy się sieci 10.0.0.0 z dwóch źródeł: R1 rozgłasza trasę 10.0.0.0/8, a R3 trasę 10.0.0.0/24. Ponieważ długości prefiksów tych tras różnią się od siebie, są one traktowane jako różne trasy. W rezultacie obie zostają zapisane w tabeli routingu.



Rysunek 9.1. Ta sama sieć z różnymi długościami prefiksów

Oto trasy, które widzi R2:

```
     10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
D       10.0.0.0/8 [90/30720] via 192.168.1.1, 00:12:01, FastEthernet0/0
D       10.0.0.0/24 [90/30720] via 192.168.2.3, 00:12:01, FastEthernet0/1
```

Kiedy R2 otrzymuje pakiet, jego docelowy adres IP jest porównywany z danymi zawartymi w tabeli routingu. Jeśli docelowym adresem IP pakietu jest 10.0.0.1, to którą trasę wybierze router? Są dwie trasy w tabeli, które potencjalnie pasują: 10.0.0.0/8 oraz 10.0.0.0/24. Trasa z dłuższym prefiksem jest najbardziej pożądaną trasą. Zwana jest również **najbardziej szczegółową** trasą (ang. *most specific*). Tak więc, jeśli pakiet z adresem docelowym 10.0.0.1 dociera do R2, jest przekazywany do R3. Warto, byś uświadomił sobie odnośnie do tego przykładu, że mogą istnieć też odpowiednie adresy z zakresu 10.0.0.0/24 znajdujące się za R1, do których R2 nigdy nie będzie miał dostępu.

Technicznie rzecz biorąc, 10.0.0.0/8 jest siecią, a 10.0.0.0/24 podsiecią. Więcej informacji na ten temat znajdziesz w kolejnych sekcjach tego rozdziału.

Rodzaje tras

W tabeli routingu rozróżnia się sześć rodzajów tras:

Trasa hosta (ang. *Host route*)
: Trasa hosta to trasa, która nie prowadzi do sieci, a do konkretnego hosta. Trasy hosta mają zawsze maskę podsieci 255.255.255.255 z prefiksem o długości /32.

Podsieć (ang. *Subnet*)
Podsieć jest częścią sieci nadrzędnej. Do określenia wielkości podsieci używana jest maska podsieci. 10.0.0.0/24 jest podsiecią.

Trasa skonsolidowana (ang. *Summary*)
Trasa skonsolidowana jest pojedynczą trasą odnoszącą się do grupy podsieci. 10.10.0.0/16 (255.255.0.0) może być trasą skonsolidowaną, przy założeniu, że istnieje podsieć z dłuższą maską (np. 10.10.10.0/24).

Sieć nadrzędna (ang. *Major network*)
Sieć nadrzędna to każda sieć klasowa z natywną maską. 10.0.0.0/8 (255.0.0.0) jest siecią nadrzędną.

Supersieć (ang. *Supernet*)
Supersieć jest pojedynczą trasą odnoszącą się do grupy sieci nadrzędnych. Dla przykładu 10.0.0.0/7 jest supersiecią odnoszącą się do 10.0.0.0/8 i 11.0.0.0/8.

Trasa domyślna (ang. *Default route*)
Trasa domyślna jest przedstawiana jako 0.0.0.0/0 (0.0.0.0). Ta trasa zwana jest również trasą ostatniego wyboru (ang. *the route of last resort*). Jest używana, kiedy żadna inna trasa nie odpowiada docelowemu adresowi IP pakietu.

Tabela routingu IP

Aby wyświetlić tablicę routingu IP, użyj polecenia `show ip route`:

```
R2#sho ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
               // C — podłączona, S — statyczna, I — IGRP, R — RIP, M — mobilna, B — BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
               // D — EIGRP, EX — EIGRP zewnętrzna, O — OSPF, IA — OSPF strefa wewnętrzna
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2 // N1 — OSPF NSSA zewnętrzna
typ 1, N2 — OSPF NSSA zewnętrzna typ 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
               // E1 — OSPF zewnętrzna typ 1, E2 — OSPF zewnętrzna typ 2, E — EGP
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
               // I — IS-IS, su IS-IS skonsolidowana, L1 — IS-IS poziom-1, L2 IS-IS poziom-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
               // ia — IS-IS strefa wewnętrzna, * kandydatka na trasę domyślną, U — trasa statyczna na-użytkownika
       o - ODR, P - periodic downloaded static route // o — ODR, P — cyklicznie pobierana trasa statyczna
Gateway of last resort is 11.0.0.1 to network 0.0.0.0
     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D       172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C       172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C       172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C       172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C    11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
     192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D       192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D    10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Pierwszy blok informacji wyświetlany jest za każdym razem, gdy wpisujesz tę komendę. Dla zwięzłości usunę go z większości przykładów w tej książce. Fragment ten zawiera objaśnienie kodów umieszczanych w kolumnie po lewej stronie tabeli routingu.

Następna linijka wyświetla informacje o bramie domyślnej, jeśli taka istnieje:

```
Gateway of last resort is 11.0.0.1 to network 0.0.0.0 // Bramą ostatniego wyboru do sieci 0.0.0.0 jest 11.0.0.1
```

Jeśli bram jest więcej niż jedna, wszystkie zostaną wyświetlone. Jest to częsta sytuacja, kiedy brama domyślna jest pozyskana (wyuczona) z protokołu trasowania, który umożliwia jednakowy koszt podziału obciążenia. Jeśli dwa linki zapewniają dostęp do rozgłoszonej bramy domyślnej i obydwa posiadają taką samą metrykę, nie będą wymienione jako trasy domyślne. W takim przypadku pakiety zostaną równo rozdzielone pomiędzy te linki z wykorzystaniem algorytmu rozłożenia obciążenia na pakiet (ang. *per-packet load balancing*).

Jeśli żadna brama domyślna nie została skonfigurowana lub pozyskana, otrzymasz z kolei taki komunikat:

```
Gateway of last resort is not set // Brama ostatniego wyboru nie została ustawiona
```

Następny blok listingu zawiera właściwą tabelę routingu:

```
     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D       172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C       172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C       172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C       172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C    11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
     192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D       192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D    10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Przeanalizujmy pojedynczy wiersz tabeli routingu, abyś mógł się zorientować, co jest istotne:

```
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
```

Najpierw kod trasy. W tym przypadku jest to `D`, co oznacza, że trasa została wyuczona via EIGRP (możesz to sprawdzić w bloku kodów na listingu otrzymanym po wpisaniu polecenia `show ip route`).

Następnie sama trasa. W tym przykładzie trasa prowadzi do podsieci 172.16.101.0/24. Później są dwie wartości w nawiasie kwadratowym: pierwsza z nich to dystans administracyjny (zobacz tabela 9.1), a druga to metryka trasy. Metryka zależy od protokołu, z którego trasa została pozyskana (w tym przypadku `EIGRP`).

Kolejna informacja to następny skok (ang. *hop*), do którego router musi przesłać pakiet, aby osiągnąć podsieć docelową. W tym przypadku `via 11.0.0.1` wskazuje, że pakiet przeznaczony dla podsieci 172.16.101.0/24 powinien zostać przekazany do adresu IP 11.0.0.1. Na koniec informacja o wieku trasy (`00:53:07`). Po niej następuje oznaczenie interfejsu, przez który router wyśle dany pakiet (`FastEthernet0/1`).

Przygotowałem przykładowy router, więc tabela routingu będzie zawierała każdy z dostępnych rodzajów tras. Przypomnę, że wyróżniamy następujące rodzaje tras: **trasa hosta**, **podsieć**, **trasa skonsolidowana**, **sieć nadrzędna**, **supersieć** oraz **trasa domyślna**. Kolejne sekcje opisują je bardziej szczegółowo. Zaznaczę w tabelach wpisy dotyczące każdej z nich.

Trasa hosta

Trasa hosta to po prostu trasa z maską podsieci, w której wszystkie bity mają wartość 1 (255.255.255.255), czyli długość prefiksu wynosi /32. W tej przykładowej tablicy routingu trasa do 192.168.1.11 jest trasą hosta:

```
     172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D       172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C       172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C       172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C       172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C    11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
        192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D       192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D    10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Zauważ, że ta trasa została pokazana jako część większej sieci (w tym przykładzie 192.168.1.0). Wiemy o tym, ponieważ informację o trasie hosta poprzedza wiersz wskazujący, jaka jest sieć nadrzędna. Router będzie próbował pokazać Ci, które klasowe (nadrzędne) sieci zawierają tę trasę. Jeśli router zna tylko jedną maskę podsieci, założy, że sieć została podzielona po równo tą maską. W danym przypadku router uznał, że sieć nadrzędna 192.160.1.0/24 została podzielona na równe podsieci, z których każda posiada maskę /32. Stąd sieć 192.168.1.0, mająca natywnie prefiks /24, została przedstawiona jako 192.168.1.0/32.

Podsieć

Podsieci są wymienione pod informacją o sieci nadrzędnej. W naszym przykładzie sieć nadrzędna 172.16.0.0/16 została podzielona na podsieci. De facto odbyło się to z wykorzystaniem rozwiązania VLSM — maski o zmiennej długości — (ang. *Variable Length Subnet Masks*), które umożliwia każdej podsieci posiadanie innej maski podsieci (z pewnymi ograniczeniami — więcej szczegółów znajdziesz w rozdziale 34.). Trasa znajdująca się na liście pomiędzy siecią nadrzędną a podsieciami nie jest zaznaczona wytłuszczoną czcionką, gdyż jest to trasa skonsolidowana — o niej powiem w następnej kolejności:

```
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D       172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C       172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C       172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C       172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C    11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
     192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D       192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D    10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Trasa skonsolidowana

Termin **skonsolidowana** (ang. *summary*) oznacza w tabelach routingu dowolną grupę tras. Z technicznego punktu widzenia według dokumentacji Cisco skonsolidowana może być grupa podsieci, podczas gdy grupa sieci nadrzędnych nazywana jest supersiecią. W tabeli routingu w obu tych przypadkach użyte jest określenie „skonsolidowana". Tak więc, mimo iż w przykładzie znaleźć można dwa takie wpisy, tylko jeden z nich faktycznie dotyczy trasy skonsolidowanej:

```
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D        172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C        172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C        172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C        172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C        172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D        172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C     10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C     11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
      192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D        192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D     10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Ostatni wpis w tabeli, również oznaczony jako trasa skonsolidowana, jest właściwie grupą sieci nadrzędnych, czyli supersiecią.

Rozróżnienie między supersieciami a trasami skonsolidowanymi jest głównie przedmiotem sporów akademickich. W praktyce w obu przypadkach stosuje się rutynowo określenie trasa skonsolidowana lub trasa agregowana. W zależności od protokołu routingu grupy tras mogą być różnie nazywane, zarówno w przypadku podsieci, jak i sieci nadrzędnych — BGP stosuje termin „agregacja", podczas gdy OSPF używa określenia „konsolidacja".

Miejscem docelowym dla obu tras jest w tym przypadku `Null0`. Parametr ten oznacza, że pakiety przesyłane do tej sieci będą odrzucane. Trasy skonsolidowane prowadzą do `Null0`, ponieważ powstały w obrębie protokołu EIGRP na tym routerze.

Trasa `Null0` znajduje się tutaj dla celów protokołu routingu. Bardziej konkretne trasy muszą się również znajdować w tabeli routingu, ponieważ lokalny router wykorzystuje je do przekazywania pakietów. Konkretne trasy nie będą rozgłaszane w protokole routingu. Rozgłaszane będą jedynie trasy skonsolidowane. Możesz zobaczyć to na tym podłączonym routerze:

```
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
D        172.16.200.0/23 [90/156160] via 11.0.0.2, 04:30:21, FastEthernet0/1
D        172.16.202.0/24 [90/156160] via 11.0.0.2, 04:30:21, FastEthernet0/1
D        172.16.100.0/23 [90/156160] via 11.0.0.2, 04:30:21, FastEthernet0/1
C        172.16.101.0/24 is directly connected, Serial0/0
```

Na podłączonym routerze widoczna jest trasa skonsolidowana 172.16.200.0/23, natomiast trasy konkretne 172.16.200.0/24 i 172.16.201.0/24 nie są pokazane.

Sieć nadrzędna

Sieć nadrzędna to sieć w swojej natywnej postaci. Przykładowo sieć 10.0.0.0/8 posiada natywną maskę podsieci 255.0.0.0. Dlatego też jest siecią nadrzędną. Zastosowanie do 10.0.0.0 prefiksu maski dłuższego niż /8 zmienia trasę w podsieć. Z kolei użycie prefiksu krótszego niż /8 zmienia trasę w supersieć.

Sieci nadrzędne są pokazane w tabeli routingu:

```
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D        172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C        172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C        172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C        172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C        172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D        172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C     10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C     11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
      192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D        192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D     10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

172.16.0.0/16 również znajduje się na liście, ale jedynie jako odniesienie do grupy podsieci wymienionych poniżej. Wpis 172.16.0.0/16 nie jest trasą.

Supersieć (grupa sieci nadrzędnych)

Supersieć jest grupą sieci nadrzędnych. W tym przykładzie na liście znajduje się trasa do 10.0.0.0/7, która jest grupą sieci nadrzędnych 10.0.0.0/8 oraz 11.0.0.0/8:

```
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D        172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
C        172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C        172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C        172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C        172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D        172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C     10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C     11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
      192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D        192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*    0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D     10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

Zauważ, że ponownie miejscem przeznaczenia trasy jest `Null0`. Z pewnością na podłączonym routerze zobaczysz tylko trasę skonsolidowaną, bez tras konkretnych:

```
D     10.0.0.0/7 [90/30720] via 11.0.0.2, 04:30:22, FastEthernet0/1
```

Trasa domyślna

Trasa domyślna, zwana też „trasą ostatniego wyboru", jest wyświetlona specjalnie nad tabelą routingu, aby była dobrze widoczna:

```
Gateway of last resort is 11.0.0.1 to network 0.0.0.0
      172.16.0.0/16 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks
D        172.16.200.0/23 is a summary, 00:56:18, Null0
```

```
C       172.16.200.0/24 is directly connected, Loopback2
C       172.16.201.0/24 is directly connected, Serial0/0
C       172.16.202.0/24 is directly connected, Loopback3
C       172.16.100.0/23 is directly connected, Loopback4
D       172.16.101.0/24 [90/2172416] via 11.0.0.1, 00:53:07, FastEthernet0/1
C    10.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/0
C    11.0.0.0/8 is directly connected, FastEthernet0/1
     192.168.1.0/32 is subnetted, 1 subnets
D       192.168.1.11 [90/156160] via 11.0.0.1, 00:00:03, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 11.0.0.1
D    10.0.0.0/7 is a summary, 00:54:40, Null0
```

W tym przykładzie trasa domyślna jest trasą statyczną, na co wskazuje oznaczenie `S` w pierwszej kolumnie. Mogłaby być jednak równie dobrze pozyskana z protokołu routingu. Gwiazdka przy `S` informuje, że trasa jest kandydatką na trasę domyślną. Kandydatek może być więcej niż jedna, a wtedy będzie kilka wpisów oznaczonych gwiazdką. Podobnie tras domyślnych może być kilka, ale tylko jedna zostanie wyświetlona w pierwszej linii listingu.

Poniższy listing pochodzi z routera z dwoma aktywnymi bramami domyślnymi, ale tylko jedna wyświetlona jest nad tabelą:

```
Gateway of last resort is 10.0.0.1 to network 0.0.0.0
     20.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S       20.0.0.0 [1/0] via 10.0.0.1
     10.0.0.0/24 is subnetted, 3 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
S*   0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.0.1
                [1/0] via 10.0.0.2
```

Jeśli masz wątpliwości, przyjrzyj się wpisowi 0.0.0.0 w tabeli routingu, ponieważ zawiera on najbardziej dokładne informacje.

Virtual Routing and Forwarding

Przełączniki Nexus oraz nowsze wersje IOS obsługują funkcję, która nazywana jest instancjami VRF (ang. *Virtual Routing and Forwarding*). Każda instancja VRF jest samodzielną tablicą routingu w obrębie tego samego routera. Nexus 7000 może posiadać kilka instancji w ramach jednego urządzenia wirtualnego VDC (ang. *Virtual Device Context*). W przypadku przełącznika Nexus 5000, który na obecnym etapie nie obsługuje VDC ani routingu, wciąż możesz mieć kilka instancji VRF. W rzeczywistości sieć zarządzająca zawiera się domyślnie w zarządzającym VRF, podczas gdy pozostały ruch sieciowy znajduje się w domyślnym VRF. W IOS w wersji 15.x również możesz konfigurować VRF-y.

Na platformie Nexus istnieją dwa domyślnie ustanowione VRF-y: **zarządzający** (ang. *management*) oraz **domyślny** (ang. *default*):

```
NX-7K-1-Daisy# sho vrf
VRF-Name                  VRF-ID    State   Reason
default                        1    Up      --
management                     2    Up      --
```

Tworzenie nowego VRF jest proste. Wystarczy jedynie polecenie `vrf context` *`nazwa_vrf`*. Teraz utworzę dwa nowe VRF-y o nazwach Earth i Mars:

```
NX-7K-1-Daisy(config)# vrf context Earth
NX-7K-1-Daisy(config)# vrf context Mars
```

Teraz możesz podejrzeć wszystkie instancje VRF, stosując komendę `show vrf`:

```
NX-7K-1-Daisy(config)# sho vrf
VRF-Name                       VRF-ID    State   Reason
Earth                               3    Up      --
Mars                                5    Up      --
default                             1    Up      --
management                          2    Up      --
```

Do VRF można przypisywać konkretne interfejsy. Pamiętaj, że w przełącznikach Nexus interfejsy są domyślnie ustawione w trybie rutowania (ang. *routed*), więc nie trzeba ich dodatkowo konfigurować. Aby dodać interfejs do VRF, wystarczy polecenie interfejsu `vrf member` *`nazwa_vrf`*:

```
NX-7K-1-Daisy(config)# int e3/25
NX-7K-1-Daisy(config-if)# vrf member Earth
NX-7K-1-Daisy(config-if)# ip address 10.0.0.1/24
```

Teraz przypiszę inny interfejs do drugiego VRF:

```
NX-7K-1-Daisy(config-if)# int e3/26
NX-7K-1-Daisy(config-if)# vrf member Mars
NX-7K-1-Daisy(config-if)# ip address 10.0.0.1/24
```

Zauważ, że mam na jednym routerze skonfigurowane dwa interfejsy z tym samym adresem IP. Jest to możliwe, ponieważ każdy z nich należy do innego VRF. Tablice routingu VRF Earth i VRF Mars są całkowicie od siebie oddzielone. To dosyć potężne narzędzie dodające kolejną warstwę wirtualizacji do platformy Nexus.

Instancje VRF są wyraźnie koncepcją warstwy trzeciej, nie możesz więc przypisywać VLAN-ów do VRF. Możesz jednak przypisywać do nich interfejsy VLAN-ów.

VRF-y mogą być frustrujące, jeśli nie jesteś do nich przyzwyczajony. W naszym przykładzie komenda `sho ip route` nie wyświetli skonfigurowanych interfejsów. Dzieje się tak, ponieważ domyślny VRF ma właśnie nazwę **domyślny** (ang. *default*). Skoro jest teraz kilka tablic routingu, aby zobaczyć tablicę wybranego VRF, musisz w poleceniu określić jego nazwę:

```
NX-7K-1-Daisy# sho ip route vrf Earth
IP Route Table for VRF "Earth"
'*' denotes best ucast next-hop
'**' denotes best mcast next-hop
'[x/y]' denotes [preference/metric]
10.0.0.0/24, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 10.0.0.1, Eth3/25, [0/0], 02:49:03, direct
10.0.0.1/32, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 10.0.0.1, Eth3/25, [0/0], 02:49:03, local
```

W Nexusie większość komend odnoszących się do warstwy trzeciej obsługuje parametr VRF, tak jak w tym przykładzie:

```
NX-7K-1-Daisy# sho ip eigrp neighbors vrf Earth
IP-EIGRP neighbors for process 0 VRF Earth
IP-EIGRP neighbors for process 100 VRF Earth
H   Address                 Interface       Hold  Uptime  SRTT   RTO  Q  Seq
                                            (sec)         (ms)       Cnt Num
0   10.0.0.2                Eth3/25         11   00:00:50  3    200   0   2
```

W ten sposób działa nawet komenda `ping`:

```
NX-7K-1-Daisy# ping 10.0.0.2 vrf Earth
PING 10.0.0.2 (10.0.0.2): 56 data bytes
Request 0 timed out
```

```
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=1 ttl=254 time=0.884 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=2 ttl=254 time=0.538 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=3 ttl=254 time=0.597 ms
64 bytes from 10.0.0.2: icmp_seq=4 ttl=254 time=0.6 ms
```

Aby to nieco ułatwić, możesz przełączyć się na wybrany VRF, tak żeby wszystkie kolejne komendy dotyczyły właśnie tej instancji. Służy do tego polecenie `routing-context`, które nie jest poleceniem konfiguracyjnym:

```
NX-7K-1-Daisy# routing-context vrf Earth
NX-7K-1-Daisy%Earth#
```

Polecenie to modyfikuje nagłówek wiersza poleceń, dodając nazwę VRF po znaku %, żeby przypomnieć nam, gdzie jesteśmy. Teraz komenda `show ip route` (lub inna dowolna) będzie odnosić się do bieżącego kontekstu routingu, którym jest Earth:

```
NX-7K-1-Daisy%Earth# sho ip route
IP Route Table for VRF "Earth"
'*' denotes best ucast next-hop
'**' denotes best mcast next-hop
'[x/y]' denotes [preference/metric]
10.0.0.0/24, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 10.0.0.1, Eth3/25, [0/0], 05:01:14, direct
10.0.0.1/32, ubest/mbest: 1/0, attached
    *via 10.0.0.1, Eth3/25, [0/0], 05:01:14, local
200.200.200.0/24, ubest/mbest: 1/0
    *via 10.0.0.2, Eth3/25, [90/130816], 00:21:50, eigrp-100, internal
```

Jeśli chcesz powrócić do domyślnego VRF, zastosuj polecenie `routing-context vrf default`. Nagłówek wiersza powróci do poprzedniej postaci:

```
NX-7K-1-Daisy%Earth# routing-context vrf default
NX-7K-1-Daisy#
```

Skorowidz

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

Ł

M

N

O

P

Q

R

S

Ś

T

U

V

W

Z

Ż

PROGRAM PARTNERSKI

GRUPY WYDAWNICZEJ HELION

1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW
w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!
http://program-partnerski.helion.pl

GRUPA WYDAWNICZA
Helion SA

Administrowanie siecią

O'REILLY®

Wojownik sieci

Mimo że egzamin CCNA jest wymagający, stanowi dopiero wstęp do prawdziwej bitwy – z codziennymi problemami z siecią, sprzętem i przeciwnościami losu. Wiedza, którą zdobyłeś w trakcie przygotowań do egzaminu, to na pewno solidne fundamenty, jednak praktyczne problemy omówione w tej książce pozwolą Ci na spokojną pracę z sieciami CISCO każdego dnia.

W trakcie lektury poznasz najlepsze sposoby projektowania wydajnej sieci SOHO VoIP oraz wykorzystania adresów IPv6. Twoją szczególną ciekawość powinny wzbudzić rozdziały poświęcone bezpieczeństwu. Poprawna konfiguracja firewalla i autoryzacji to klucz do niezawodności Twojej sieci i poufności przetwarzanych w niej danych. Jeżeli użytkownicy sieci śmiało poczynają sobie na stronach WWW, oglądają filmy i ściągają muzykę, przez co istotne usługi mają problemy z wydajnością, możesz sprawdzić, jak temu zaradzić. To tylko niektóre z tematów poruszanych w tej niezwykle przydatnej publikacji, która powinna znaleźć się na półce każdego administratora. Otwórz i przekonaj się, co jeszcze czeka właśnie na Ciebie!

Dzięki tej książce:

- zagwarantujesz bezpieczeństwo swojej sieci
- poznasz zaawansowane zagadnienia związane z routingiem
- wykorzystasz adresy IPv6
- poradzisz sobie w przypadku awarii sprzętu

Walcz z codziennymi problemami administratora!

helion.pl
księgarnia internetowa

Nr katalogowy: 8057

Księgarnia internetowa:
http://helion.pl

Zamówienia telefoniczne:
0 801 339900
0 601 339900

Helion

Sprawdź najnowsze promocje:
http://helion.pl/promocje
Książki najchętniej czytane:
http://helion.pl/bestsellery
Zamów informacje o nowościach:
http://helion.pl/nowosci

Helion SA
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
http://helion.pl

Informatyka w najlepszym wydaniu

sięgnij po WIĘCEJ
KOD KORZYŚCI

ISBN 978-83-246-3700-3

Cena 99,00 zł

9788324637003