

Routing IGP (Interior Gateway Protocol)

1. Wprowadzenie

Trasowanie (ang. routing, ruting, rutowanie) – wyznaczanie trasy i wysłanie nią pakietu danych w sieci komputerowej. Urządzenie węzłowe, w którym kształtowany jest ruch sieciowy, nazywane jest routerem – jego rolę może pełnić np. komputer stacjonarny czy oddzielne dedykowane urządzenie.

Pakiety przesyłane przez sieć opatrzone są adresem nadawcy i odbiorcy. Zadaniem routerów jako węzłów pośrednich między nadawcą a odbiorcą jest przesłanie pakietów do celu po jak najlepszej ścieżce. Typowy router bierze pod uwagę tylko informacje z nagłówka IP, czyli sprawdza tylko informacje z warstwy sieci (trzeciej) modelu OSI. Obowiązkiem routera IP przy przekazywaniu pakietu dalej do celu jest obniżenie o jeden wartości TTL (ang Time To Live, czas życia). Datagram IP, który trafia do routera z wartością 1 (a zostanie ona zmniejszona na tym routerze do 0) w polu TTL zostanie utracony, a do źródła router odsyła datagram ICMP z kodem TTL Exceeded.

Routery utrzymują tablice trasowania, na podstawie których kierują pakiety od określonych nadawców do odbiorców, bądź kolejnych routerów. Tablica może być budowana statycznie (trasowanie statyczne) lub dynamicznie (protokoły trasowania dynamicznego, takie jak RIP, IGRP, EIGRP, OSPF, BGP, IS-IS).

Trasowanie ma na celu możliwie najlepiej (optymalnie) dostarczyć pakiet do celu. Pierwotnie jedynym kryterium wyboru było posiadanie jak najdokładniejszej trasy do celu, ale obecnie protokoły trasowania mogą uwzględniać podczas wyboru trasy również takie parametry jak priorytet pakietu (standardy ToS/DSCP), natężenie ruchu w poszczególnych segmentach sieci itp. W przypadku trasowania brzegowego (wykorzystującego BGP) w Internecie wybór trasy jest silnie związany z polityką poszczególnych dostawców (i zawartymi między nimi umowami o wymianie ruchu) i bywa daleki od optymalnego.

Metryka trasowania jest wartością używaną przez algorytmy trasowania do określenia, która trasa jest lepsza. Brane są pod uwagę: szerokość pasma, opóźnienie, liczba przeskoków, koszt ścieżki, obciążenie, MTU, niezawodność, koszt komunikacji. Tylko najlepsze trasy przechowywane są w tablicach trasowania, podczas gdy inne mogą być przechowywane w bazach danych. Jeśli router korzysta z mechanizmów równoważenia obciążenia (ang. load balancing), w tablicy trasowania może wystąpić kilka najlepszych tras. Router będzie je wykorzystywał równolegle, rozpraszając obciążenie równomiernie pomiędzy trasami.

2. Systemy autonomiczne

System autonomiczny (ang. Autonomous System, AS) to zbiór prefiksów (adresów sieci IP) pod wspólną administracyjną kontrolą, w którym utrzymywany jest spójny schemat trasowania (ang. routing policy). Oryginalna definicja zawarta w RFC 1771 ↓ odnosi się do sieci lub grupy sieci opartych na protokole IP, lecz została później zmieniona w RFC 1930 ↓.

AS jest wykorzystywany w protokołach trasowania dynamicznego, głównie w BGP. Administrator przy konfiguracji routera podaje numer AS (ang. Autonomous System Number ASN), w którym działa dany protokół. W następnym kroku podaje adresy sieci, które są wykorzystywane przez protokół trasowania do wymiany informacji z innymi routerami w danym obszarze AS.

Pierwotnie numery AS mieściły się w dwóch bajtach, co ograniczało pojemność systemu do 65536, przy czym zakres od 64512 do 65534 zarezerwowano do celów prywatnych. W 2007 roku RFC 4893 ↓ wprowadziło 4-bajtowe numery AS znacznie zwiększając dostępną pulę. W tej chwili aktywnych jest około 40.000 różnych numerów AS, w zdecydowanej większości 2-bajtowych z oryginalnej puli.

3. Protokoły routingu

- Wewnętrzne protokoły trasowania (zwane również protokołami bramy wewnętrznej – IGP, ang. Interior Gateway Protocol) – używane do wymiany informacji o trasach w pojedynczym systemie autonomicznym. Przykłady:
 - IGRP/EIGRP (Interior Gateway Routing Protocol / Enhanced IGRP)
 - OSPF (Open Shortest Path First)
 - RIP (Routing Information Protocol)
 - IS-IS (Intermediate System to Intermediate System)
- Zewnętrzne protokoły trasowania (zwane również protokołami bramy zewnętrznej – EGP, ang. Exterior Gateway Protocol) – używane do wymiany informacji o trasach pomiędzy różnymi systemami autonomicznymi. Przykłady:
 - EGP (Exterior Gateway Protocol – obecnie przestarzały)
 - BGP (Border Gateway Protocol)
- Protokoły trasowania multicastowego – wykorzystywane do wymiany informacji między routerami jak przenosić ruch multicastowy. Przykład:
 - DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol)

4. Zarządzanie sprzętem sieciowym CISCO

IOS (ang. Internetwork Operating System) – system operacyjny opracowany przez firmę Cisco. System ten pracuje na większości urządzeń produkowanych przez Cisco takich jak routery, przełączniki itp.

W systemie IOS interakcja z użytkownikiem realizowana jest poprzez interfejs wiersza poleceń (CLI, ang. command line interface). Obsługa więc jest bardzo podobna do stosowanej w systemie operacyjnym DOS czy wierszu poleceń systemu Microsoft Windows.

Przykład polecenia w IOS:

show running-config – pokazuje bieżącą konfigurację.
IOS oferuje dwa poziomy dostępu do poleceń:

Tryb użytkownika (ang. User Exec Mode) – brak możliwości konfiguracji urządzenia: Router>
Tryb uprzywilejowany (ang. Privileged Exec Mode) – możliwość konfiguracji urządzenia: Router#
Z trybu uprzywilejowanego mamy dostęp do trybu ogólnej konfiguracji i w dalszej kolejności do trybu szczegółowej konfiguracji.

IOS oferuje opcję uzupełniania niekompletnego polecenia, np. sh zostanie uzupełnione (przez wciśnięcie klawisza Tab) do show. Większość poleceń nie musi być kończona, np. polecenie sh run zostanie zinterpretowane jako show running-config.

Inną ciekawą cechą systemu IOS jest możliwość skorzystania z podpowiedzi za pomocą znaku zapytania. Dotyczy to zarówno podpowiedzi całych poleceń (np. Router# ? wypisze wszystkie polecenia dostępne z trybu uprzywilejowanego) jak i niedokończonego ciągu znaków (np. Router# s? wypisze wszystkie polecenia zaczynające się na literę "s").

Na opis interfejsu składają się: typ interfejsu nr_modułu/nr_karty/nr_interfejsu gdzie nr_modułu oraz nr_karty może być pominięty

Indeksacja interfejsów w routerach CISCO (3 warstwa OSI) rozpoczyna się od wartości 0.

- serial 2/1/0 - pierwszy interfejs szeregowy w drugiej karcie trzeciego modułu routera
- s 0/0 – pierwszy interfejs szeregowy w pierwszej karcie routera (s – wersja skrótowa od „serial”)
- fa 1/0 – pierwszy interfejs FastEthernet drugiej karty routera (fa – skrót od „FastEthernet”)
- FastEthernet 0 – pierwszy interfejs FastEthernet routera
- GigabitEthernet 0/0 – pierwszy interfejs GigabitEthernet pierwszej karty routera
- gi 0 – j.w. (gi – skrót od GigabitEthernet)

Najważniejsze komendy systemu IOS:

- enable (skr. en) – przejście w tryb uprzywilejowany (exec)
- configure terminal (skr. conf t) – przejście w tryb konfiguracji
- show interfaces description – wyświetla listę dostępnych interfejsów wraz z informacją o ich statusie (Up/Down) oraz działających na nich protokołach
- show interfaces summary – wyświetla listę dostępnych interfejsów wraz z ich statystykami (ilość pakietów w buforach/odrzuconych, przepustowość (in/out))
- show ip interface brief – sprawdzanie stanu interfejsów IP
- show run – wylistowanie aktualnej konfiguracji routera

Literatura:

[1] Akademia Cisco CCNA – „Routing i protokoły routing”

[2] LearnCisco, „Exploring the Functions of Routing” – dostęp 04.2015

[3] Akademia CISCO, „BGP Case Studies

[4] Gała Z.: Sieci komputerowe księga eksperta. Wyd. Helion, Gliwice 2004

[5] Michałowska A., Michałowski S.: Sieci komputerowe od A do Z. Wyd. Mikom, Warszawa 2000

Scenariusz nr 1 – RIP + IGRP

1. Sprzęt:

- Dwa routery Cisco serii 2800 (2811 lub 2821)
- Patchcordy Ethernet (proste i krosowane)
- Dwa terminale HP Thin Client t5740

2. Uwagi dotyczące wykonania ćwiczenia:

Wszystkie wykonane w ćwiczeniu czynności należy udokumentować notatkami, zdjęciami i zrzutami ekranu a później umieścić w sprawozdaniu.

W trakcie realizacji sprawozdania

3. Wykonanie ćwiczenia:

- Uruchom dwa terminale z systemem Windows XP
- Za pomocą kabla konsolowego (jasno niebieskiego) podłącz pierwszy router do pierwszego terminala (w terminalu złączem szeregowy, router złączem konsoli na panelu z tyłu (wtyk RJ45))
- W terminalu uruchom narzędzie „Putty”, wybierz połączenie typu „Serial” na porcie „COM1” i nawiąż połączenie z routerem. W wypadku braku odpowiedzi, po nawiązaniu połączenia należy kilkakrotnie wcisnąć enter. Po nawiązaniu połączenia powinna pojawić się linia poleceń:
Router>
- Przejdź do trybu uprzywilejowanego:
Router>enable
Router#
(alternatywnie można użyć komendy w wersji skrótowej: „en”)
- Przejdź do trybu konfiguracji
Router#configure terminal
Router(config)#
(alternatywna wersja skrótowa: „conf t”)
- Przejdź do trybu konfiguracji interfejsu FastEthernet 0/0 (pierwszego interfejsu w pierwszym module
Router(config)#interface FastEthernet 0/0
Router(config-if)#
- Skonfiguruj adres IP interfejsu fa 0/0 na podany przez prowadzącego
Router(config-if)#ip address 192.168.120.100 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
- Powróć do trybu konfiguracji
Router(config-if)#exit
Router(config)#
- Skonfiguruj dodatkowy interfejs wirtualny o parametrach podanych przez prowadzącego (może ich w systemie występować wiele, mogą mieć dowolne adresy IP (niekolidujące z innymi)
Router(config)#interface Loopback 0
Router(config-if)#ip address 192.168.130.100 255.255.255.0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#exit
Router#
- Przetestuj konfigurację
Router#show interfaces summary
Router#show interfaces description
Router#show interfaces accounting
Router#show ip interface brief
Router#show run

4. Wyniki pomiarów:

- Wyniki pomiarów – szczegółowo opisane według faz/punktów wykonania ćwiczenia wraz ze zdjęciami.
- Wykryte błędy i usterki.
- Wnioski.