

Sławomir SKOWROŃSKI, Elżbieta KOSMULSKA-BOCHENEK

Politechnika Wrocławska, Wydział Informatyki i Zarządzania

## MECHANIZMY REDYSTRYBUCJI TRAS W INTERNECIE

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono zagadnienie wymiany informacji, dotyczące dostępności sieci, między różnymi protokołami routingu. W prezentacji współdziałania protokołów routingowych uwzględniono redystrybucję tras oraz wykorzystywane do tego celu mechanizmy. Szczególną uwagę zwrócono na bardzo istotny mechanizm zarządzania metrykami oraz na metody kontrolowanego rozgłaszania informacji o dostępnych trasach. Praca zawiera przykłady konfiguracji ruterów Cisco uzyskane w wyniku prac prowadzonych w zakresie zarządzania siecią.

## REDISTRIBUTION OF ROUTES IN INTERNET

**Summary.** This paper describes issues of information exchange between different routing protocols, relating networks accessibility. In presentation of routing protocols internetworking, redistribution of routes and other network mechanisms have been considered. Special attention has been turned onto essential mechanism of metric management and controlled advertisement. Paper also contains examples of Cisco routers configurations obtained as a result of research work in the area of network management.

### 1. Wprowadzenie

Do kierowania ruchu między poszczególnymi segmentami sieci stosuje się techniki rutingu. Rutery przechowują dane dotyczące tras i podejmują decyzję odnośnie do dalszej drogi pakietu. Jeżeli trasa skonfigurowana jest przez administratora i pozostaje nie zmieniona do chwili jej nowej konfiguracji, mamy do czynienia z routingiem statycznym. Przeciwnieństwem jest routing dynamiczny, który bazuje na odpowiednim protokole, dzięki któremu rutery przekazują sobie informacje o dostępnych trasach. Wszystkie protokoły routingowe działają na podobnej zasadzie polegającej na przypisaniu metryki każdej trasie odwzorowującej związany z nią koszt. Różnice między protokołami [3] polegają na sposobie odnajdowania i obliczania

nowych tras. W tym aspekcie wyróżnia się trzy podstawowe algorytmy: *distance-vector*, *link-state* oraz rozwiązania hybrydowe [1]. Ze względu na obszar działania wyróżnia się ruting wewnętrzny i zewnętrzny. Z tego rodzaju podziałem wiąże się pojęcie obszaru autonomicznego [4, 5]. Jako obszar autonomiczny rozumie się fragment sieci globalnej pozostającej pod jedną techniczną administracją. Protokoły wewnętrzne operują wewnątrz obszaru autonomicznego, natomiast zewnętrzne wymieniają informacje między wyróżnionymi ruterami obszaru, zwanymi ruterami granicznymi. Przykładami popularnych protokołów rutingu wewnętrznego są RIP oraz OSPF, a najczęściej obecnie stosowanym protokołem rutowania zewnętrznego jest BGP.

W miarę rozwoju Internetu powstała potrzeba stworzenia mechanizmów pozwalających na równoczesne działanie oraz wymianę informacji pomiędzy różnymi protokołami rutingu. Zagadnienie to, znane jako redystrybucja tras, nie ma jednego wzorca rozwiązania. Każda instalacja sieciowa wykorzystująca określony protokół rutingowy jest w stanie bezpośrednio wymieniać informację z systemem o podobnym protokole. Nie ma natomiast możliwości automatycznej transformacji formatów danych między różnymi protokołami.

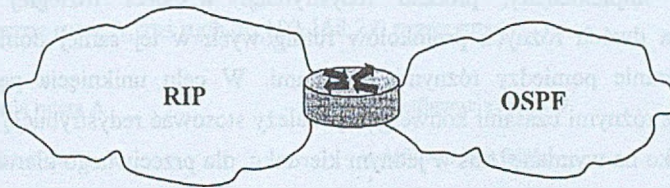
W artykule przedstawiono problemy wynikające z konieczności transformacji między protokołami i przykładowe rozwiązania konfiguracji ruterów w celu redystrybucji.

## 2. Proces redystrybucji tras w Internecie

W procesie redystrybucji informacje rutingowe, w szczególności informacje o dostępności tras, pobierane są z jednego protokołu rutowania IP i zamieniane na wartości metryk rozpoznawane przez drugi protokół rutowania IP. Na granicy pomiędzy dwoma domenami rutowania, obsługiwany przez różne protokoły rutingowe, jeden ruter ma za zadanie uruchamianie obu protokołów i informowanie każdej z domen o dostępności innych sieci.

Rutery Cisco [2] zezwalają na stosowanie w sieciach złożonych różnych protokołów rutingu. Redystrybucja tras jest więc jedną z bardzo istotnych możliwości ruterów. W praktyce prawidłowe skonfigurowanie rutera pod kątem redystrybucji tras jest bardzo skomplikowaną procedurą i wymaga dużego doświadczenia administratora systemu.

Jednym z głównych powodów złożoności procesu redystrybucji tras są podstawowe różnice występujące między poszczególnymi protokołami rutingu. Na rys. 1 przedstawiono ruter brzegowy, łączący domenę RIP z domeną OSPF, realizujący wzajemną wymianę informacji o trasach.



Rys. 1. Redystrybucja informacji o trasach pomiędzy domenami RIP i OSPF  
 Fig. 1. Redistribution of routes information between RIP and OSPF domains

W przypadku stosowania w sieci różnych protokołów rutingowych (rys. 1), konieczne jest zdefiniowanie mechanizmu redystrybucji na routerze brzegowym. Oznacza to, że router posiadający interfejsy należące do sieci przynależnych do różnych domen rutingowych, musi mieć w sposób jawny zadeklarowaną możliwość współpracy odpowiednich protokołów. Na rys. 2 przedstawiono konfigurację routera brzegowego, realizującego proces redystrybucji informacji o trasach pomiędzy domeną RIP a domeną OSPF.

Podana konfiguracja routera brzegowego umożliwia obustronne rozgłaszanie wszystkich tras dostępnych przez RIP i OSPF.

```
! Konfiguracja routera A
! definicje interfejsów
!
router ospf 1
 redistribute rip subnets metric 100
 network 192.168.0.128 0.0.0.0 area 1
!
router rip
 redistribute ospf 1 metric 4
 network 172.16.0.0
!
```

Rys. 2. Konfiguracja routera brzegowego domeny RIP i OSPF  
 Fig. 2. Border router configuration for domains RIP and OSPF

Chociaż redystrybucja daje w sieci ogromne możliwości, komplikuje jednak ona proces rutowania i zwiększa ryzyko pomyłek, stąd też należy jej używać tylko wtedy, gdy jest to naprawdę konieczne.

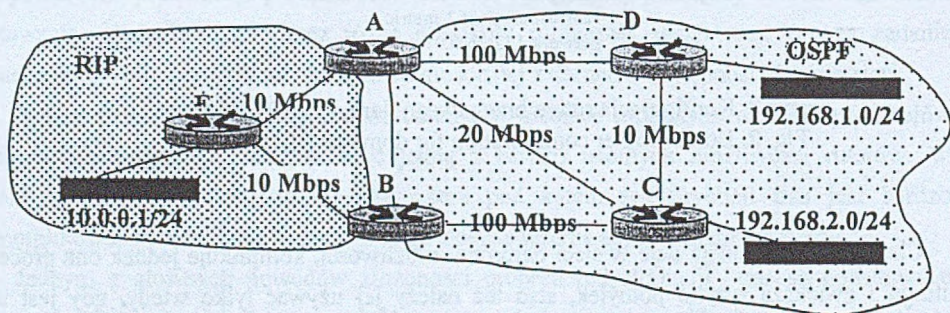
Podczas implementacji procesu redystrybucji w sieci rozległej należy unikać uruchamiania dwóch różnych protokołów routingowych w tej samej domenie. Zaleca się określanie granic pomiędzy różnymi domenami. W celu uniknięcia pętli routingowej oraz problemów z różnymi czasami konwergencji należy stosować redystrybucję jednostronną, tj. zezwalać tylko na wymianę tras w jednym kierunku, dla przeciwnego kierunku zaś powinno się stosować trasę domyślną. Ma to istotne znaczenie w przypadku stosowania wielu ruterów pełniących funkcje redystrybucji. Jeżeli w sieci mamy tylko jeden ruter brzegowy, to zalecane jest stosowanie redystrybucji dwustronnej.

### 3. Mechanizmy stosowane przy redystrybucji tras

#### 3.1. Zarządzanie metrykami – mapy tras

W przypadku gdy między dwoma podsieciami istnieje tylko jeden punkt wspólny, nie ma potrzeby różnicowania metryk dla różnych tras, bowiem wszystkie pakiety muszą przejść przez jeden ruter graniczny. Jednakże w przypadku gdy między sieciami znajduje się wiele punktów styku (rys.3), pakiety powinny być kierowane najlepszą trasą.

W tym celu bardzo przydatne jest użycie mechanizmu mapy tras. Mechanizm ten polega na dokładnym zdefiniowaniu sposobu redystrybucji i przypisaniu rozgłaszanym trasom odpowiednich metryk. Mapa tras korzysta ze standardowego mechanizmu Cisco [6], jakim są listy dostępu.



Rys. 3. Domeny RIP i OSPF z dwoma punktami styku

Fig. 3. RIP and OSPF domains with two connection points

Poniżej przedstawiono konfigurację ruterów A i B. Ruch z domeny RIP do 192.168.1.0 kierowany jest przez ruter A, zaś ruch do 192.168.2.0 przez ruter B.

```

! Konfiguracja rutera A
!
! definicje interfejsów
!
router ospf 1
(...)
!
router rip
  redistribute ospf 1 route-map ospf-to-rip
  network 10.0.0.0
!
! definicja list dostępu
access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
access-list 1 deny any
!
access-list 2 permit any
!
route-map ospf-to-rip permit 10
  match ip address 1
  set metric 1
!
route-map ospf-to-rip permit 20
  match ip address 2
  set metric 5
!

! Konfiguracja rutera B
!
! definicje interfejsów
!
router ospf 1
(...)
!
router rip
  redistribute ospf 1 route-map ospf-to-rip
  network 10.0.0.0
!
! definicja list dostępu
access-list 1 permit 192.168.1.0 0.0.0.255
access-list 1 deny any
!
access-list 2 permit any
!
route-map ospf-to-rip permit 10
  match ip address 1
  set metric 5
!
route-map ospf-to-rip permit 20
  match ip address 2
  set metric 1
!

```

Rys. 4. Konfiguracja ruterów brzegowych domen OSPF i RIP

Fig. 4. Configuration of border routers for OSPF and RIP domains

Mapy tras znacznie uelastyczniają mechanizm redystrybucji tras. Sporym mankamentem jest to, że na każdym routerze brzegowym konieczne jest jawne zadeklarowanie stałych metryk dla poszczególnych podsieci.

### 3.2. Kontrolowanie rozgłaszania

W niektórych sytuacjach przydatna jest możliwość ograniczenia informacji wymienianych między routerami. Aktualnie stosowane oprogramowanie ruterów zawiera narzędzia pozwalające na kontrolowanie informacji wejściowych i wyjściowych.

W procesie konfigurowania rutera można wskazać interfejs (tzw. interfejs pasywny), który nie będzie brał udziału w procesie rozgłaszania. Powoduje to, że ruter nie będzie przez ten interfejs wysyłał żadnych informacji, natomiast będzie przetwarzał informacje zasłyszane z tego interfejsu. W routerze obsługującym kilka protokołów, każdy z protokołów przechowuje wła-

sne informacje o stanie poszczególnych interfejsów, dlatego też w każdym z tych protokołów oddzielnie należy określić, który interfejs jest interfejsem pasywnym, a który aktywnym.

### 3.2.1. Filtrowanie informacji według źródła danych

Filtrowanie według źródła danych opiera się na zmianie parametru określanego jako dystans administracyjny dla wszystkich lub tylko dla wybranych tras otrzymywanych z konkretnej lokalizacji. Przy konfigurowaniu należy uwzględnić fakt, że rutery faworyzują trasy o mniejszym dystansie administracyjnym niezależnie od wartości metryki przypisanej do danego protokołu. Poniżej przedstawiono fragment konfiguracji rutera, w którym zastosowano mechanizm filtrowania właściwy dla przypadku, w którym topologia sieci wymaga odfiltrowania wszystkich tras z wyjątkiem otrzymanych z określonego źródła.

```

!
! Sekcja konfiguracji rutera
ruter RIP
  network 10.0.0.0
  network 172.16.0.0
  network 192.168.1.0
!
! określenie dystansu administracyjnego dla RIP = 255
distance 255
!
! przypisanie dystansu 120 tylko dla wybranych źródeł
distance 120 172.16.1.0 0.0.0.255
distance 120 10.0.1.0 0.0.0.255
!

```

Rys.5. Fragment konfiguracji rutera z filtrowaniem tras  
Fig. 5. A part of router configuration with routes filtering

W powyższym przykładzie informacje o trasach zgłaszane przez rutery z podsieci 10.0.0.0, 172.16.0.0 oraz 192.168.1.0 będą ignorowane, ponieważ został im przypisany dystans administracyjny równy 255, który jest jednoznaczny z ich odrzuceniem. Pod uwagę będą brane jedynie trasy zgłaszane przez rutery z podsieci 172.16.1.0 oraz 10.0.1.0. Podane rozwiązanie dotyczy takiej sytuacji, w której chcemy otrzymywać informacje o trasach od kilku wybranych ruterów, a ignorować uaktualnienia nadsyłane przez większość ruterów.

### 3.2.2. Propagowanie trasy domyślnej

Trasa domyślna jest wykorzystywana wówczas, gdy w tablicy routingu nie można znaleźć pozycji z odpowiednim adresem ip sieci docelowej. Trasa domyślna jest przedstawiana w tablicy routingu jako trasa do sieci 0.0.0.0. Każdy pakiet, którego adres nie jest zgodny z żadną

z pozycji w tablicy, zostanie skierowany tą trasą. Niezależnie od skonfigurowanego dla niej dystansu administracyjnego, trasa domyślna rozpatrywana jest zawsze jako ostatnia. Wszystkie protokoły rutowania posiadają własne mechanizmy zezwalające na jej dalsze rozgłaszania. Zastosowanie polecenia przekierowania do trasy domyślnej może być bardzo przydatne w przypadku, gdy występują dwie lub też większa liczba tras do dostawcy usług internetowych. Aby zapewnić dostęp do sieci dostawcy, wystarczy jako sieć domyślną skonfigurować przydzieloną mu klasę adresów IP oraz za pomocą dowolnego protokołu wewnętrznego rozgłosić dostęp do jego sieci.

#### 4. Podsumowanie

Łączenie sieci wymaga stosowania mechanizmów dających możliwości wymiany informacji między różnymi protokołami rutingu. Mechanizm redystrybucji ma na celu zapewnienie komunikacji między odpowiednimi protokołami. Należy jednak mieć na uwadze, że redystrybucja tras może pogorszyć efektywność systemu. Czas zbieżności protokołu będzie zawsze dłuższy od takiego czasu w najwolniejszym, z uwzględnianych, protokołach. Podobnie przy redystrybucji może nie być brane pod uwagę równoważenie obciążenia w sieci, nawet wtedy, gdy jeden z protokołów uwzględni taką możliwość. Dla stabilności sieci zawsze korzystniejsze będzie użycie jednego tylko protokołu rutingu.

#### LITERATURA

1. Ballew S. M., Zarządzanie sieciami IP za pomocą ruterów Cisco, Wyd. RM, Warszawa 1998.
2. Chappell L. red., Konfiguracja ruterów Cisco – zaawansowane możliwości, Mikom, Warszawa 2000.
3. Kosmulska-Bochenek E., Skowroński S., Współdziałanie protokołów rutujących w sieci globalnej, II Ogólnopolska Konferencja „Internet – Wrocław 2000”, Materiały konferencyjne, Wrocław 4-5.12.2000.
4. Kosmulska-Bochenek E., Skowroński S., Systemy autonomiczne w sieciach globalnych, III Ogólnopolska Konferencja „Internet – Wrocław 2001”, Materiały konferencyjne, Wrocław 6-7.12.2000.

5. Slatery T., Burton B., Zaawansowane trasowanie IP w sieciach Cisco, PLJ, Warszawa 2000.
6. <http://www.cisco.com>

Recenzent: Dr inż. Mirosław Skrzewski

Wpłynęło do Redakcji 2 marca 2002 r.

### **Abstract**

Global computer network Internet can be defined as a collection of networking systems each of them consisting of combination of the suitable software and hardware. The assurance of unified services in such global network demands implementation of advanced techniques, making possible connection of heterogeneous networks and exchanging information between them .

The effectiveness of exchanging the services in the global computer network depends in the large degree from the proper cooperation of routers, connecting transit networks. Routing is the most important and also the most complicated function of global network. Understanding rules of functioning different routing protocols, as well as redistribution of information about available routes between routing protocols is the basis to define rules of projecting and optimization of global network.

While the redistribution of routes creates very large possibilities in network environment, at the same time complicates the routing process. Most important problems to solution are : problem of routing feedback-loops, problem of compability of routing information, and problem of different times of convergence in networks, using different routing protocols.