

Protocolos de Roteamento

RIP e OSPF

Alexandre Urtado de Assis
aua@cbpf.br

Nilton Alves Jr.
naj@cbpf.br
<http://mesonpi.cat.cbpf.br/naj>

Resumo

Este trabalho aborda alguns protocolos de roteamento, especificamente os principais protocolos de roteamento internos: RIP e OSPF. Será visto o funcionamento de seus algoritmos bem como sua implementação nos roteadores e uma pequena comparação entre esses dois protocolos.

Palavras Chaves

Protocolos de Roteamento; RIP; OSPF.

Índice

1. Introdução	5
2. Routing Information Protocol (RIP)	5
3. Open Shortest Path First (OSPF)	9
4. Vantagens do OSPF sobre o RIP	12
5. Conclusão	13
6. Referências	14

1. Introdução

A Internet foi criada pelo Departamento de Defesa dos EUA em 1969, com o objetivo de construir um sistema de comunicação digital para tempos de guerra. Entretanto, havia um grande problema: se uma das estações de transferência fosse atacada? Houve então a necessidade de que as informações pudessem ser rapidamente redirecionadas, para contornar problemas com um dos nós.

A solução encontrada foi a criação de protocolos de roteamento que permitissem a construção e atualização de tabelas de roteamento entre os *gateways*. Com o crescimento da rede e conseqüentemente das tabelas de roteamento, foi necessário a implantação de protocolos de roteamento hierárquicos. Assim os roteadores foram divididos em regiões chamadas *Autonomous System* - AS, onde cada roteador conhecia todos os detalhes de sua própria região e não conhecia a estrutura interna de outras regiões.

Para uma rede local existem dois níveis de comunicação: interna ao AS, que utiliza algoritmos de roteamento *Interior Gateway Protocol* - IGP e externa ao AS, que utiliza algoritmos de roteamento *Exterior Gateway Protocol* - EGP. Neste trabalho abordaremos os protocolos de roteamento interno: RIP e OSPF.

2. Routing Information Protocol - RIP

O protocolo RIP (*Routing Information Protocol*) utiliza o algoritmo vetor-distância. Este algoritmo é responsável pela construção de uma tabela que informa as rotas possíveis dentro do AS.

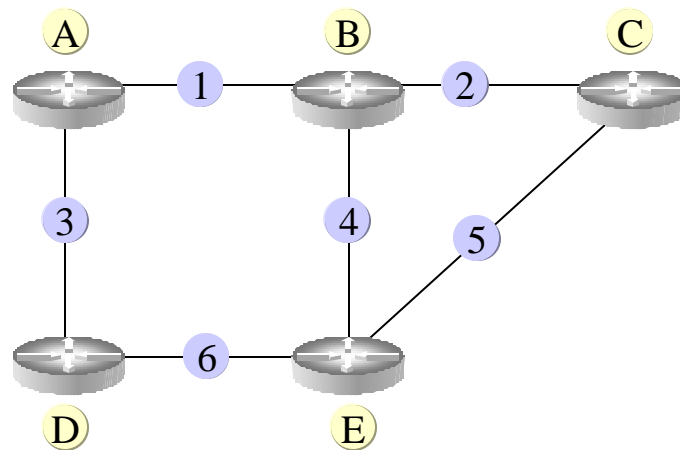
Algoritmo Vetor-Distância

Os protocolos baseados no algoritmo vetor-distância partem do princípio de que cada roteador do AS deve conter uma tabela informando todas as possíveis rotas dentro deste AS. A partir desta tabela o algoritmo escolhe a melhor rota e o enlace que deve ser utilizado. Estas rotas formam uma tabela. Cada uma destas rotas contém as seguintes informações:

- Endereço -> IP da rede;
- Roteador -> Próximo roteador da rota de destino;
- Interface -> O enlace utilizado para alcançar o próximo roteador da rota de destino;
- Métrica -> Número indicando a distância da rota (0 a 15), sendo uma rota com métrica 16 considerada uma rota infinita;
- Tempo -> Quando a rota foi atualizada pela última vez;

O protocolo RIP utiliza o conceito *broadcast*, desta forma um roteador envia sua tabela para todos os seus vizinhos em intervalos predefinidos de tempo (geralmente 30 segundos). Estas mensagens fazem com que os roteadores vizinhos atualizem suas tabelas e que por sua vez serão enviadas aos seus respectivos vizinhos. Veremos agora um exemplo para ilustrar a formação de uma tabela do RIP.

Consideremos uma subrede com 5 nós, conforme o diagrama abaixo:



As letras representam os roteadores e os números representam os enlaces. Ao iniciar o sistema a tabela de cada roteador só contém a sua própria rota. A tabela do roteador A será:

De A para	Enlace	Métrica
A	Local	0

Estipulando-se a métrica como 1 para todos os nós, isto é, admite-se a distância de cada roteador para seus respectivos vizinhos como 1. E ainda supondo que A envie primeiro sua tabela de atualização, B e D atualizarão as suas tabelas conforme são mostradas abaixo:

De B para	Enlace	Métrica
B	Local	0
A	1	1

De D para	Enlace	Métrica
D	Local	0
A	3	1

Agora que B e D atualizaram suas tabelas, B transmite sua tabela para seus vizinhos A, C e E. D faz o mesmo para A e E. A, ao receber a mensagem de B e D, atualiza sua tabela, como podemos ver abaixo:

De A para	Enlace	Métrica
A	Local	0
B	1	1
D	3	1

O nó C, receberá a mensagem de B através do Enlace 2, e atualizará sua tabela como vemos abaixo:

De C para	Enlace	Métrica
C	Local	0
B	2	1
A	2	2

Quando um nó recebe uma tabela de atualização de outro nó, ele verifica cada rota de modo a privilegiar as rotas de menor métrica com mesmo destino. Desta forma as mensagens vão se atualizando até as tabelas convergirem. Podemos ver abaixo como ficaria a tabela de A depois de convergir:

De A para	Enlace	Métrica
A	Local	0

B	1	1
D	3	1
C	1	2
E	3	2

O tempo de convergência é muito importante para que a rede não fique por muito tempo desatualizada. Para isso existem algumas implementações a respeito de rotas muito grandes. Uma delas é o método *Split Horizon With Poisonous Reverse*.

Para entendermos este método usaremos o exemplo a seguir, utilizando a subrede do exemplo anterior: se A quiser enviar um pacote para C, então A verificará em sua tabela que a melhor rota é aquela que passa por B. Mas se houver algum problema com o enlace 2, aquele entre B e C, então B ao encaminhar o pacote oriundo de A irá procurar uma outra rota. Neste momento existe a possibilidade de B escolher como a melhor rota, aquela que passa por A, utilizando como saída o enlace 1, entre A e B. Se B optar por esta rota estará formando um *loop*. Para que isso não ocorra a mensagem de A para B deve informar que C não é alcançável por A, isto é, A coloca em sua rota até C com uma métrica infinita (16), desta forma impede que B devolva para A este pacote. Para isso as mensagens enviadas por cada roteador devem ser diferenciadas para cada um de seus vizinhos.

Outro método é o *Split Horizon* onde existe a omissão do envio de rotas que passam pelo nó que receberá a mensagem.

Existe ainda um método chamado de *Triggered Update* que está relacionado com o tempo de envio da tabela de atualização. Por esse método, o roteador envia sua mensagem de atualização sempre que notar alteração na sua tabela, ao invés de esperar pelo tempo de envio. Isto diminui a quantidade de mensagens erradas (desatualizadas), diminuindo a quantidade de *loops* existentes. Por outro lado, carrega muito a rede. Para evitar isto, um contador é inicializado para contar até um número aleatório entre 1 e 5. Se ocorrer alguma mudança dentro neste intervalo, ela deve esperar até o fim do contador para ser enviada.

Especificações do Protocolo

Os pacotes RIP são transmitidos através de UDP e IP, usando a porta 520 do UDP tanto para transmissão quanto para recepção. Se uma rota não é atualizada dentro de 180 segundos, sua distância é colocada em infinito e a entrada será mais tarde removida das tabelas de roteamento. O formato da mensagem do RIP é mostrado na próxima tabela.

Os números entre parênteses indicados em cada campo da mensagem indicam o número de bytes de cada campo. Nos campos onde aparece "deve ser zero", são campos

não utilizados nesta versão do RIP. Estes campos são utilizados nas versões RIPv2 e RIPv6 (utilizado em redes baseadas em IPv6).

comando (1)	identificador de versão (1)	deve ser zero (2)
identificador do endereço da família (2)		deve ser zero (2)
endereço IP (4)		
deve ser zero (4)		
deve ser zero (4)		
métrica (4)		

O campo **comando** é usado para especificar o propósito do datagrama (se é um pedido de envio de tabela ou uma resposta com envio de tabela). O formato do pacote permite ao RIP carregar informações de roteamento de vários protocolos diferentes. Portanto, cada rota da tabela contém um **identificador de endereço da família** para indicar que tipo de endereço está especificado. Na prática, o RIP não tem sido usado para suportar outros protocolos que não o IP.

Quando recebendo uma resposta, o roteador examinará as rotas uma por uma, conferindo se o endereço é um endereço de classe válida (A, B ou C), verificará se o endereço de rede não é 127 (*loop-back*) ou 0 (endereço *broadcast*) e se a métrica não é maior que infinito. Conferido todos os pontos acima será feita a análise da tabela com a mensagem recebida para verificar a necessidade de atualização (*Pooling Algorithm*).

O tamanho máximo de uma mensagem é 512 *bytes*, o que permite até 25 rotas por mensagem. Se houver mais de 25 rotas para reportar, o RIP enviará um segundo pacote.

3. Open Shortest Path First - OSPF

O OSPF é um protocolo especialmente projetado para o ambiente TCP/IP para ser usado internamente ao AS. Sua transmissão é baseada no *Link State Routing Protocol* e a busca pelo menor caminho é computada localmente, usando o algoritmo *Shortest Path First - SPF*.

Algoritmo

O SPF funciona de modo diferente do vetor-distância, ao invés de ter na tabela as melhores rotas, todos os nós possuem todos os links da rede. Cada rota contém o identificador de interface, o número do enlace e a distância ou métrica. Com essas informações os nós (roteadores) descobrem sózinhos a melhor rota. Abaixo veremos a tabela formada pelo algoritmo SPF em cada um dos nós, utilizando a mesma rede e métrica exemplificada para o RIP:

From	To	Enlace	Métrica
A	B	1	1
A	D	3	1
B	A	1	1
B	C	2	1
B	E	4	1
C	B	2	1
C	E	5	1
D	A	3	1
D	E	6	1
E	B	4	1
E	C	5	1
E	D	6	1

Quando ocorre uma alteração em um dos enlaces da rede, os nós adjacentes o percebem e avisam aos seus vizinhos. Para os vizinhos saberem se este aviso é novo ou velho, é necessário um campo no pacote com número da mensagem ou sua hora. Portanto, quando um nó recebe uma mensagem, primeiro é feita a verificação da existência ou não desta rota, se ela não existir é adicionada. Se existe, compara-se o número da mensagem recebida com a rota da tabela. Se o número da mensagem recebida for maior que a da tabela, a rota é substituída, caso contrário, a rota da tabela é transmitida como uma nova mensagem. Se os números forem iguais nada é feito. Este processo é chamado de *Flooding*.

O OSPF possui uma série de proteções contra alguns perigos como erros de memória, falhas nos processos de *flooding* ou mesmo contra introdução voluntária de informação enganosa. São elas:

- Os pacotes de descrição da tabela são enviados de forma segura;
- Cada entrada é protegida por um contador de tempo e é removida da tabela se um pacote de atualização não chegar em um determinado tempo;
- Todas as entradas são protegidas por verificação de soma;
- As mensagens podem ser autenticadas;
- O processo de *flooding* inclui notificação de reconhecimento salto por salto.

Especificações do Protocolo

Abaixo veremos como é formado um cabeçalho do protocolo OSPF. Os números entre parênteses indicados em cada campo da mensagem indicam o número de bytes de cada campo:

Idade do LS (2)	Opções (1)	Tipo de LS (1)
ID do Estado da Conexão (4)		
Roteador de anúncio (4)		
Número de Seqüência do LS (4)		
Verificação LS (2)	Comprimento (2)	

Abaixo, a descrição de cada um dos campos:

- **Idade do LS** se refere ao tempo em segundos desde que a rota foi primeiramente anunciada;
- **Opções** define as características do roteador que a enviou, entre elas, a capacidade de roteamento externo. Dos 8 bits que possui, somente 2 estão definidos no OSPF-2: o bit "E" (External links) e "T" (Type of Service). O primeiro identifica as rotas externas e o segundo indica se o roteador suporta ou não este serviço;
- **Tipo de LS** caracteriza o tipo de conexão;

- **ID do Estado da Conexão** varia dependendo do tipo de LS mas, em geral, é representado pelo endereço IP e o roteador de anúncio, representado pelo endereço IP do roteador que enviou a mensagem;
- **Roteador de Anúncio** especifica o roteador que enviou a rota na tabela. Para entradas de conexão de roteador, este campo é idêntico ao ID do Estado da Conexão;
- **Número de Sequência de LS** é o número usado para detectar rotas velhas e duplicadas. Quanto maior o número, mais recente é a rota. Ele é usado no algoritmo de flooding;
- **Verificação LS** é destinado ao algoritmo de verificação (*checksum*) e, portanto, usado para detectar dados corrompidos na rota;
- **Comprimento** especifica o comprimento da rota.

4. Vantagens do OSPF sobre o RIP

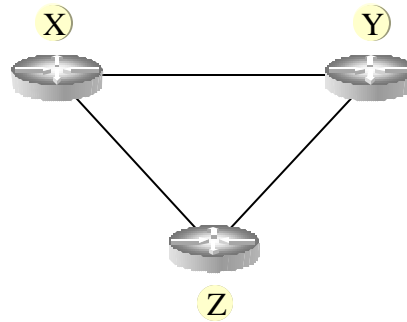
Veremos agora algumas vantagens do protocolo OSPF sobre o RIP, o que explica a preferência pelo OSPF em casos onde os roteadores suportam os dois protocolos.

- Convergência rápida e sem *loop*

Enquanto o RIP converge proporcionalmente ao número de nós da rede, o OSPF converge em uma proporção logarítmica ao número de enlaces. Isto torna a convergência do OSPF muito mais rápida. Além disso, no protocolo RIP, a mensagem é proporcional ao número de destinos, sendo assim se a rede é muito grande, cada mensagem terá de ser subdividida em vários pacotes, diminuindo mais ainda a velocidade de convergência.

- Caminhos Múltiplos

Nem sempre a melhor rota entre X e Y deve ser a única utilizada, pois isso pode implicar em sua sobrecarga. Análises matemáticas provaram que a divisão do tráfego em duas rotas é mais eficiente. Por isso o OSPF utiliza esse método de divisão de caminhos. Essa divisão é realizada por um algoritmo muito complexo, pois, como dificilmente uma fonte e um destino tem duas rotas possíveis exatamente iguais, é feita uma análise se as rotas são suficientemente iguais. Além disso, deve-se decidir a fração do tráfego que deve ser enviado em cada uma delas. Para que tenhamos uma melhor compreensão usaremos o exemplo da rede abaixo:



Se tratando do tráfego entre X e Y, seria razoável se mandássemos 2/3 do pacote pelo caminho mais curto e 1/3 por Y. Mas isto gera um conflito se levarmos em consideração o tráfego entre X e Z, que ao enviar por X, seria formado um *loop*. Para evitar isto, foi aplicada a seguinte regra: Um pacote que iria de X para Y, só pode passar por Z se a distância entre Z e Y for menor que a distância entre X e Y. Com isso, determinamos todas as rotas secundárias que alcançarão um determinado nó.

5. Conclusão

Este trabalho abordou os protocolos de roteamento interno: RIP e OSPF. Foi visto o funcionamento de seus algoritmos e suas vantagens e desvantagens.

Podemos verificar que o protocolo OSPF têm diversas vantagens sobre o protocolo RIP, entretanto o RIP possui uma fácil implementação, além de utilizar menos processamento para os roteadores, sendo implementado com bons resultados para redes de pequeno porte. Para redes maiores o OSPF leva a vantagem no tempo de convergência e na escolha das rotas, sendo mais vantajoso neste caso.

Ainda existe outra problema para a implementação do protocolo OSPF; alguns roteadores, principalmente os de menor poder de processamento e os mais antigos, não estão aptos a utilizar o protocolo OSPF, enquanto o protocolo RIP é implementado pela grande maioria dos roteadores.

6. Referências

1. "CCNA Certification – Routing Basics for CISCO Certified Network Associates Exam 640-407", R. N. Myher, Prentice-Hall, ISBN: 0-13-086185-5, 1999
2. "Interconnections Second Edition – Bridges, Routers, Switches, and Internetworking Protocols", Radia Perlman, ISBN: 0-201-63448-1, 1999
3. "Protocolos de Roteamento – RIP & OSPF", Aline Felisberto – UFRJ, http://www.gta.ufrj.br/grad/98_2/aline/indice.html
4. "Trabalho sobre Roteadores", Alessandro Trindade Vieira – CEFET, <http://200.9.149.38/Ensino/Engenharia/redeslocais/trabalhos/Roteadores/ROUTER.HTM>