

O Protocolo OSPF

Flávia Cristine Guedes da Silva¹, Millys Fabrielle Araujo Carvalhaes²

^{1,2}Bacharelado em Engenharia de Computação – Centro Universitário de Anápolis
(UniEVANGÉLICA) – Anápolis - GO

¹flaviacristineguedes@hotmail.com,

²millys.carvalhaes@docente.unievangelica.edu.br

Resumo. *Este trabalho fornece uma descrição simples de como o protocolo de roteamento OSPF trabalha, suas funcionalidades e estrutura, usos e limitações.*

1. Introdução

Protocolos são conjuntos de regras que regem a comunicação entre duas ou mais entidades para que seja possível a troca de informações e mensagens. Em redes de computadores, os protocolos de roteamento destinam-se à troca de informações entre roteadores, necessárias para a atualização dinâmica de suas tabelas de rotas, implementando um algoritmo específico de roteamento. Utilizando-se destes protocolos, os roteadores conectados que podem ‘escolher’ o melhor caminho para o destino dos dados, preenchendo suas tabelas de roteamento que acabam por descrever o estado da rede.

O OSPF (*Open Short Path First*) é um protocolo de roteamento utilizado no interior de sistemas autônomos (*Interior Gateway Protocol – IGP*) para troca de informações de rotas dos pacotes IP. Ele surgiu em substituição ao protocolo RIP – *Routing Information Protocol*, mas diferente deste, o OSPF pode obedecer a uma hierarquia. O OSPF é um protocolo *link-state*, isto é, os roteadores rodando este protocolo trocam, entre si, informações sobre os estados dos enlaces de comunicação ligados às suas portas.

2. O Open Shortest Path First

O *Open Shortest Path First* (OSPF) implementa o algoritmo de estado de enlace e, nos dias de hoje, é o mais popular entre os IGP. Seu surgimento deve-se principalmente a limitações dos demais protocolos tipo IGP, como é o caso do RIP. É chamado de OSPF, pois utiliza o algoritmo *Shortest Path First* para o cálculo dos melhores caminhos, que também é conhecido como Dijkstra.

Um de seus princípios de funcionamento é a utilização do conceito de ÁREA, ou seja, a definição de um conjunto de roteadores e redes em que é implementado o protocolo de roteamento. Isso faz com que o projeto de uma rede OSPF divida de forma hierárquica roteadores nas chamadas áreas, com o intuito de diminuir a complexidade e minimizar a comunicação entre roteadores. Necessariamente deve existir uma área central, chamada de Backbone (Área 0), que deverá atuar como elo de ligação com as demais áreas existentes. A comunicação entre as demais áreas deve ser feita obrigatoriamente através do Backbone.

O protocolo OSPF funciona utilizando um algoritmo do tipo Link State, o que aumenta a sua complexidade, mas permite uma fácil e eficiente detecção de falhas. Este tipo de algoritmo caracteriza o estado de um enlace como a descrição da respectiva interface e sua relação com os seus roteadores vizinhos, esta descrição inclui o endereço IP da interface em causa, a respectiva máscara de rede, o tipo de rede a que está ligada, os roteadores ligados a

essa rede etc. Este conjunto de informações constitui a base de dados de link-state. Permite ainda a autenticação das mensagens trocadas entre roteadores.

No início, cada roteador testa as suas ligações aos respectivos roteadores vizinhos, sincronizando em seguida a sua base de dados link-state, calculando então o melhor caminho para cada destino. Depois do OSPF em funcionamento, cada roteador repete periodicamente o teste às suas ligações, o que implica atualização da base de dados link-state e respectiva propagação para os roteadores da mesma área, assim como novo cálculo dos melhores caminhos. Com uma periodicidade, cada roteador propaga todos os estados dos enlaces (link-state) que conhece (e não só os que foram alterados) aos roteadores da sua área.

O cálculo do custo de um determinado caminho para um destino é um dos conceitos mais importantes neste tipo de protocolo sendo, aliás, um dos pontos fortes do OSPF. Neste protocolo, o custo de uma interface costuma ser inversamente proporcional à largura de banda da mesma, ou seja, o custo final de cada caminho está relacionado com a qualidade do enlace.

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 *checksum*;
- As mensagens podem ser autenticadas;
- O processo de *flooding* inclui notificação de reconhecimento *hop by hop*.

3. O Multicast OSPF (MOSPF)

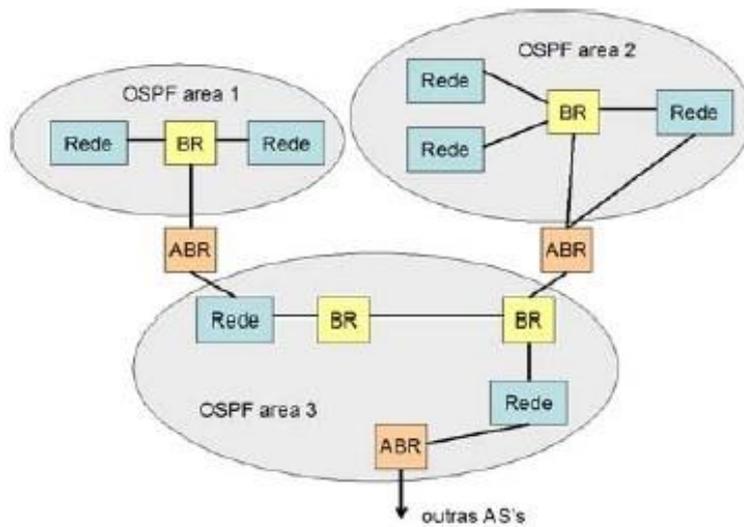
A extensão *multicast* para o protocolo de roteamento IP *Open Shortest Path First* (OSPF) dentro de um mesmo sistema autónomo é denominada *Multicast Open Shortest Path First* (MOSPF). Ele roteia mensagens, através dos caminhos mais curtos, o MOSPF depende do uso do OSPF, além de ser aconselhável para ambientes com poucos pares (origem, grupo destino) ativos, devido a restrições de processamento. Uma rede de roteadores utilizando MOSPF pode enviar pacotes *multicast* diretamente, enviando não mais que uma cópia por cada enlace, e sem a necessidade de túneis. O MOSPF apresenta suporte para roteamento hierárquico. Todas as estações da Internet estão particionadas em sistemas autónomos (AS) – conforme Figura 1, onde cada AS é ainda dividido em subgrupos denominados áreas.

O MOSPF transmite os datagramas IP multicast da origem para os vários membros do grupo sem formar laços, cada roteador MOSPF, periodicamente, envia informações sobre os componentes dos grupos, para os outros roteadores. Dessa forma, todos os roteadores ficam sabendo da localização dos componentes de cada grupo, formando um mapa completo das ligações nas redes. Tendo as informações sobre os estados das ligações, o roteador constrói, a árvore das distâncias mais curtas de um computador a todos os outros computadores de um dado grupo, através do algoritmo de Dijkstra. Esta árvore tem como raiz o nó origem do datagrama, e todos os “braços” terminam em membros do grupo.

De acordo com a Figura 2, supondo haver um grupo G formado por B, C, D, E e F, o roteador R1 através do IGMP, tem como saber que computadores pertencem ao grupo; um mesmo computador pode participar de um ou mais grupos. Então, R1 calcula a árvore e

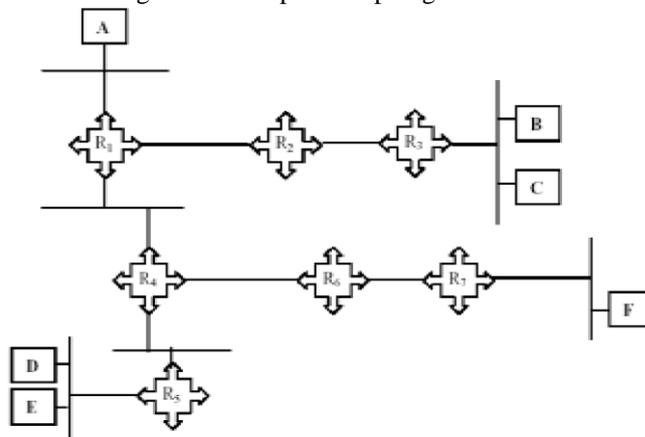
verifica que atinge R5 via R4, R7 via R4 e R3 via R2. O roteador R4 calcula a sua árvore e nota que atinge R7 via R6.

Figura 1. Exemplo de AS's particionados.



Fonte: Autores

Figura 2. Exemplo de topologia de rede.



Fonte: Autores

Similarmente, R2 determina que atinge R3 diretamente. R6 determina que atinge R7 diretamente. Note que cada um dos roteadores calcula a mesma árvore.

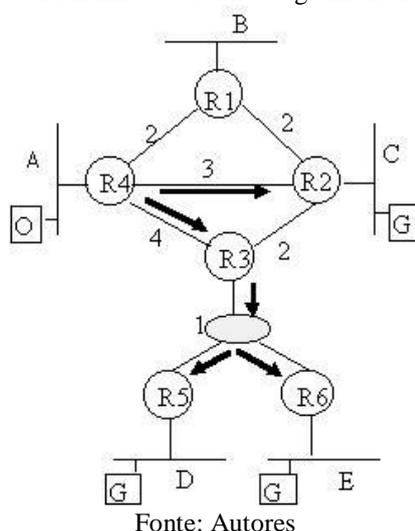
Com essa informação sobre os componentes do grupo, o roteador pode remover roteadores da árvore, que não possuam ninguém do grupo, evitando envios de pacotes desnecessários.

Consequentemente, a atualização periódica das informações de roteamento (trocas pelos roteadores), pode resultar em restrições de escala na rede. O estado de cada árvore é mantido em cache. Tais árvores devem ser calculadas novamente, caso ocorram mudanças de topologia na rede.

Seguindo a filosofia *multicast*, o datagrama é replicado apenas quando surge uma divisão, um braço, na árvore. Este esquema de roteamento, onde o caminho dos datagramas depende da origem e dos destinos, já que a árvore possui raiz na origem, é denominado *source/destination routing*. Ele é diferente da maioria dos algoritmos de roteamento *unicast*, incluindo o OSPF, que se baseiam somente no destino do datagrama ao fazer o roteamento. A necessidade de considerar a origem para tomar as decisões do roteamento causa maior quantidade de cálculos de roteamento, porém resulta em melhores caminhos em termos de utilização da rede e atraso para membros individuais do grupo. O protocolo, porém, não necessariamente otimiza o uso da rede como um todo.

A Figura 3 apresenta uma rede onde é realizada uma transmissão de um datagrama originado do nó O para os membros do grupo G, onde o caminho dos datagramas está indicado com as flechas. Se fosse, utilizado o caminho que otimizasse mais a rede, o datagrama seria transmitido do roteador R4 para o roteador R2, onde seria enviado para a rede local e para o roteador R3, que o transmitiria para as redes locais D e E.

Figura 3. Transmissão de um datagrama no MOSPF.



O roteador MOSPF utiliza o protocolo IGMP (*Internet Group Management Protocol*) que é o protocolo usado para gerência de grupos *multicast*, para estabelecer a localização de membros de grupos, enviando mensagens IGMP do tipo *Host Membership Query* e recebendo mensagens *Host Membership Report* como resposta. De posse destas informações, o roteador MOSPF as distribui por todo o Sistema Autônomo através do envio de um novo tipo de anúncio de estado de enlace, o *group-membership-LSA*, que indica os pedaços do mapa da rede que possuem membros do grupo.

Utilizando o mapa, o roteador MOSPF calcula, na primeira vez que um datagrama *multicast* com uma dada origem e destino é recebido, a árvore com raiz na origem de menor caminho para o datagrama. As ramificações da árvore que não possuem membros são eliminadas, de modo que o datagrama não é enviado para onde não é necessário. O resultado deste cálculo da árvore é então armazenado para uso nos datagramas do grupo em questão que forem recebidos posteriormente.

O MOSPF possui algoritmos para transmitir datagramas *multicast* entre áreas OSPF e um algoritmo para importar datagramas *multicast* de outro Sistema Autônomo. O compartilhamento de carga, enviando datagramas através de múltiplos caminhos com mesmo

custo, não é suportado, já que entre a origem de um datagrama e um particular membro do grupo deve existir apenas um caminho. Isto ocorre pela natureza do roteamento da difusão seletiva: a fim de evitar replicação dos datagramas, cada roteador deve conhecer por qual interface um dado datagrama será recebido, e deve descartar os datagramas recebidos por outras interfaces.

Para transmissões além do limite de uma área OSPF, novos mecanismos são necessários. Isto acontece porque um mapa de uma área OSPF não é visível externamente a aquela área, complicando a construção das árvores baseadas na origem, além de que um membro de um grupo não pode ser livremente anunciado além dos limites da área.

O cálculo de caminhos para os datagramas que ultrapassam os limites do Sistema Autônomo é realizado de forma análoga. Quando um datagrama é originado de um outro Sistema Autônomo, sua vizinhança é aproximada pelos *AS-external-LSAs*. Adicionalmente, roteadores desejando enviar datagramas para outro Sistema Autônomo se anunciam como receptores de anúncios de difusão seletiva, e recebem assim os datagramas independentes dos destinos destes.

No MOSPF, assim como no OSPF, os datagramas são marcados com a sua classificação do *Type of Service (TOS)*, baseada em um dos cinco valores mutuamente exclusivos *minimize delay, maximize throughput, maximize reliability, minimize monetary cost* e *normal service*. O caminho do datagrama multicast no MOSPF pode variar de acordo com a classificação TOS utilizada. Por exemplo, um tráfego *multicast* sensível ao *delay* (retardo) pode seguir rotas diferentes de uma aplicação *multicast* de alto *throughput* (alta vazão). A classificação TOS no protocolo MOSPF é, assim como no OSPF opcional, e roteadores que a suportam podem ser misturados livremente como os que não a suportam.

Quando isso é feito, todos os roteadores irão interoperar no roteamento de datagramas unicast, que não é afetado pelos roteadores MOSPF. Esta possibilidade de misturar ambos tipos de roteadores habilita a fase de introdução da capacidade de difusão seletiva em uma rede. O MOSPF suporta todos os tipos de rede que são suportadas pelo protocolo OSPF: redes multicast (como Ethernet), redes ponto-a-ponto e redes de multi-acesso que não suportam multicast. Estas últimas, porém, não poderão possuir membros locais

4. O OSPF em IPv6

O IPv6 usa um endereçamento de 128 bits. Na realidade antes de se chegar a este valor, algumas entidades defendiam valores de endereçamento que iam de 1 a 20 Bytes, o endereçamento de 128 Bits foi finalmente escolhido por dois motivos. Este valor pode ser utilizado para “manusear” mais facilmente a complexidade da Internet pela adição de camadas lógicas e por que um endereçamento muito longo pode fazer com que desenvolvedores, por facilidade de programação, tendem a optar pelo tamanho máximo de endereçamento tendo por consequência algoritmos de rede mais lentos.

De um modo geral o OSPFv3 foi desenvolvido para adicionar suporte para o IPv6, a partir do protocolo OSPF tal como detalhado na sua especificação, a maioria das configurações e comandos operacionais é essencialmente igual aos utilizados no OSPFv2.

4. Conclusão

Este trabalho abordou o protocolo de roteamento OSPF. Foi apresentado seu funcionamento e características. Foi possível identificar que o protocolo RIP ainda é utilizado em redes TCP/IP que ainda não migraram para o protocolo OSPF. Em compara com o protocolo RIP, o

OSPF resolve diversas deficiências apresentadas por aquele. Por fim, foi apresentado que o protocolo OSPF permite o escalonamento da rede mantando a disponibilidade e o desempenho.

Referências

Interior Gateway Protocols (IGPs) (2017). https://www.gta.ufrj.br/grad/02_2/ospf/ospf.html. Setembro.

Apresentação do protocolo OSPF (Open Shortest Path First) (2017). <http://www.dltec.com.br/blog/redes/apresentacao-do-protocolo-ospf-open-shortest-path-first/>. Setembro.

Assis, A. U (2017). Protocolos de Roteamento RIP e OSPF. <http://www.rederio.br/downloads/pdf/nt01100.pdf>. Setembro.