

TÉCNICAS DE ROTEAMENTO

INTRODUÇÃO AO ROTEAMENTO

Autor: Me. Gustavo de Lins e Horta

Revisor: Rafael Rehm

INICIAR

introdução

Introdução

O roteamento é um importante processo nas redes de computadores e na Internet. Por meio do

roteamento, conseguimos acessar vários sites e serviços em qualquer parte do mundo, sendo realizado por roteadores espalhados em várias partes do mundo, nas empresas provedores de acesso à Internet e provedores de conteúdo. Os roteadores encaminham os pacotes de dados (mensagens, textos, vídeos, arquivos, entre outros) aos seus destinos. Esses pacotes de dados percorrem um caminho ou rota desde o remetente da mensagem até o receptor. O processo de roteamento da Internet é bastante complexo e deve ser muito bem estruturado, já que a Internet está conectada mundialmente e o usuário deseja acessar qualquer informação, de qualquer lugar, em qualquer lugar e a qualquer tempo.

Introdução ao Roteamento

A Internet talvez seja um dos sistemas mais complexos já criados pelo homem. Possui milhões de dispositivos conectados, enlaces de comunicação e bilhões de usuários espalhados pelo mundo. São diversos aparelhos conectados à Internet, celulares, computadores, notebooks, TV, sensores, videogames e até geladeiras. Como tudo isso funciona? Como todos esses dispositivos se conectam à Internet? Como é possível acessar a informação em qualquer ponto do planeta e a qualquer tempo? A resposta para tudo isso é o roteamento.

Segundo Kurose e Ross (2014), roteamento é o processo de determinar a rota ou caminho que os pacotes de dados devem tomar ao fluírem de um remetente ao destinatário.

A rede de computadores foi organizada em camadas. No final de 1970, a ISO (*International Organization for Standardization*) propôs que a rede de computadores fosse organizada em sete camadas, e esse modelo ficou conhecido como modelo OSI (*Open System Interconnection*).

Aplicação

Apresentação

Sessão

Transporte

Rede

Enlace

Físico

Quadro 1.1 - Modelo de referência de sete camadas OSI

Fonte: Adaptado de Kurose e Ross (2014, p. 37).

O roteamento de pacotes acontece na camada de rede. Na camada de rede, está o famoso protocolo IP e os protocolos de roteamento que determinam as rotas que os pacotes de dados devem seguir entre a origem e o destino.

Um protocolo de roteamento é utilizado entre roteadores para que esses compartilhem informações a respeito das redes que o roteador conhece e a sua proximidade com outros roteadores. Essas informações que um roteador recebe de outro roteador são utilizadas para construir e manter as tabelas de roteamento. Nessa tabela, estão as redes conhecidas e as portas associadas a essas redes.

Em síntese, o protocolo de roteamento aprende todas as rotas existentes, escolhe as melhores rotas (de menor custo, por exemplo), insere essas rotas na tabela de roteamento e remove as rotas quando essas não são mais válidas.

Sistema Autônomo

Um sistema autônomo (AS) é um conjunto de rede que é administrada por um ente comum que fornece uma estratégia comum de roteamento. Para o mundo externo, um AS é visto como uma única entidade. Um AS pode ser controlado por um ou mais operadores.

Os AS proporcionam a divisão do grupo de redes conectadas globais em redes menores, permitindo um gerenciamento mais fácil.

Cada AS possui seu próprio conjunto de regras que as difere de outros sistemas autônomos.

Roteamento *Versus* Encaminhamento

A camada de rede é responsável pelo transporte dos pacotes de dados entre a origem e o destino. As duas funções principais da camada de rede são o roteamento e o encaminhamento; embora pareçam iguais; são funções bem diferentes.

- Roteamento: a camada de rede determina a rota ou caminho que os pacotes de dados devem seguir de um remetente até o destinatário. Essa rota é determinada por algoritmos de roteamento que calculam o melhor caminho entre o remetente e o destinatário.
- Encaminhamento: O encaminhamento é uma ação local no roteador em que ele transfere o pacote da interface de entrada para a interface de saída.

Fazendo uma analogia com uma viagem, o roteamento é o processo de planejamento da viagem da origem ao destino e o encaminhamento é o processo de passar por um único cruzamento.

Cada roteador possui uma tabela de encaminhamento (ou repasse). Essa tabela de encaminhamento contém os valores dos enlaces de saída daquele roteador. A Figura 1.1 exemplifica esse processo. Um pacote com cabeçalho igual a 0111 chega a um roteador. De acordo com a tabela de repasse do roteador, o pacote é encaminhado para interface de saída 2 do roteador.

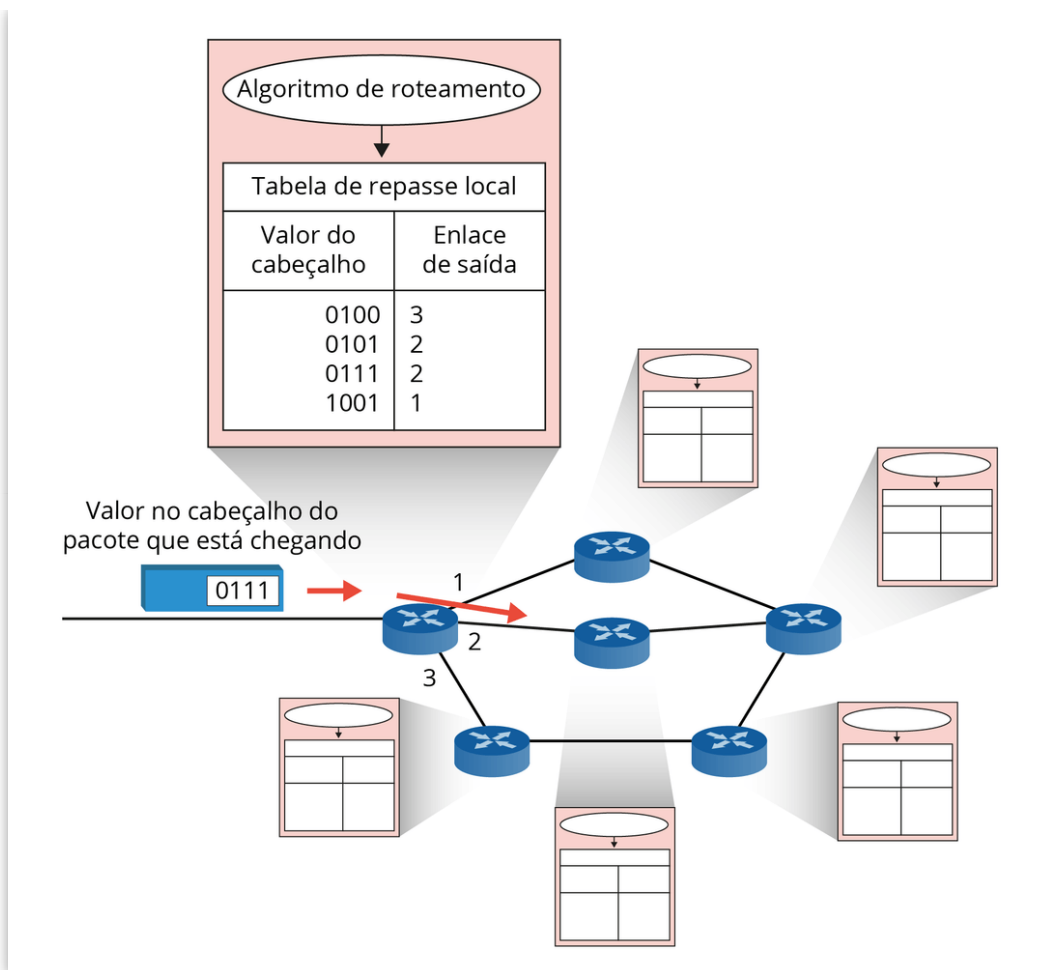


Figura 1.1 - Repasse e roteamento

Fonte: Kurose e Ross (2014, p. 227).

As tabelas de repasse dos roteadores são configuradas de várias maneiras por meio de algoritmos de roteamento. Esses algoritmos podem ser centralizados ou descentralizados.

Roteamento Estático

O roteamento estático utiliza uma rota predefinida e configurada pelo administrador da rede. O administrador de rede define qual será a rota e insere no roteador. Essa rota fica armazenada na tabela de roteamento do roteador e, então, o processo de roteamento é iniciado com base nessa rota definida.

As tabelas de roteamento estático são alteradas manualmente pelo administrador da rede e não se ajustam automaticamente quando ocorre algum evento ou alteração na rede. Esse tipo de roteamento deve ser utilizado em rotas que não são alteradas. As rotas geralmente mudam muito devagar quando, por exemplo, o administrador de redes altera a tabela de repasse de algum roteador.

Roteamento Dinâmico

O roteamento dinâmico é utilizado, por exemplo, em redes com mais de uma rota para o mesmo ponto. A tabela de roteamento dinâmico é construída de acordo com as informações trocadas entre

os roteadores da rede. Os caminhos de roteamento mudam automaticamente de acordo as alterações de carga ou topologia da rede. Os protocolos de roteamento são responsáveis por calcular e preencher as tabelas de roteamento de acordo com critérios estabelecidos. Existem vários protocolos de roteamento, cada um com uma métrica diferente.

Roteamento Estático *Versus* Roteamento Dinâmico

A métrica de roteamento auxilia os roteadores a encontrar o melhor caminho para cada rede ou sub-rede. Comparando-se o roteamento estático com o roteamento dinâmico, temos:

	Roteamento Dinâmico	Roteamento Estático
Complexidade de configuração	Independente do tamanho da rede	Aumenta com o tamanho da rede
Conhecimento técnico	Necessário conhecimento avançado	Não é necessário conhecimento avançado
Mudanças na topologia	Adaptáveis automaticamente às mudanças da topologia	Necessária intervenção do administrador de rede
Dimensionamento	Adequado para topologias simples e complexas	Ideal para topologias simples
Segurança	Menos seguro	Mais seguro
Recursos	Utiliza CPU, memória e largura de banda	Não é necessário recurso adicional
Previsibilidade	A rota depende da topologia atual	Rota de destino sempre a mesma

Quadro 1.2 - Comparação roteamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

Algoritmos de Roteamento

A principal função do roteador é determinar o melhor caminho ou rota entre o remetente e o destinatário. Para isso, ele possui algoritmos de roteamento, que podem ser globais ou centralizados.

Um algoritmo de roteamento é essencial para o roteamento da rede. Sempre que ocorrer alteração da topologia da rede, falha ou reconfiguração, o algoritmo deve ser capaz de reconhecer essa alteração e construir um novo mapa da rede de forma precisa e consistente.

As métricas (custos) normalmente utilizadas pelos algoritmos de roteamento são:

- Número de saltos.
- Distância geográfica.
- Tamanho médio da fila.
- Atraso médio de transmissão.
- Banda passante.
- Tráfego médio.

Quando todos os roteadores da rede estiverem com todas as informações corretas da rede, dizemos que essa rede convergiu, ou seja, todos os roteadores sabem as rotas existentes na rede. O ideal é que essa convergência seja o mais rápido possível para evitar erros e roteamentos incorretos.

Um algoritmo de roteamento global calcula o melhor caminho (de menor custo) entre a origem e o destino utilizando o conhecimento global de toda a rede. Esse algoritmo tem a informação completa de toda a rede como a conectividade e os custos de todos os enlaces. Também é conhecido como algoritmo de estado de enlace (LS).

No algoritmo de roteamento descentralizado, o cálculo do caminho de menor custo é feito de forma interativa e distribuída. Cada nó de rede inicia sabendo apenas o custo dos enlaces diretamente ligados a ele. A seguir, ocorre a troca de informação com os outros nós vizinhos e, por meio de um processo iterativo, é calculado o caminho de menor custo até os outros nós. Esse algoritmo é conhecido como algoritmo de vetor de distâncias (DV).

praticar

Vamos Praticar

O roteamento estático é comumente utilizado em redes pequenas, e a tabela de roteamento é preenchida de forma manual pelo administrador da rede. A respeito do roteamento estático, é correto afirmar que:

- ☐ **a)** Ocorre mudança frequente nas rotas quando ocorre mudança de carga.
- ☐ **b)** Se frequentemente ocorre mudança de topologia, ocorre mudança de rotas.
- ☐ **c)** As rotas mudam frequentemente ao longo do tempo.
- ☐ **d)** As rotas mudam muito pouco ao longo do tempo.
- ☐ **e)** Devido a mudanças de carga e topologia, ocorrem mudanças frequentes nas rotas.

Algoritmo de Estado de Enlace

Segundo Kurose e Ross (2014), em um algoritmo de estado de enlace todos os nós e a topologia da rede são conhecidos, ou seja, cada nó da rede transmite pacotes de estados de enlace a todos os outros nós da rede; logo, todos os nós têm uma visão idêntica da rede. Esse algoritmo também é conhecido como algoritmo de Dijkstra ou SPF (*Shortest Path First*) ou caminho mais curto primeiro.

Esse algoritmo possui um banco de dados complexo com as informações de topologia da rede e sobre os roteadores distantes e como eles se interconectam.

O algoritmo de estado de enlace utiliza os seguintes parâmetros:

- LSAs (*Link-state Advertisements*) ou anúncio do estado dos links: pequeno pacote de informações de roteamento enviado entre os roteadores.
- Banco de dados da topologia: coleção de informações reunidas a partir dos LSAs.
- Algoritmo SPF: cálculo efetuado no banco de dados que constrói a árvore SPF.
- Tabelas de roteamento: lista de caminhos conhecidos e interfaces dos roteadores.

Processo de Descoberta de Rede

Os LSAs são trocados entre os roteadores, iniciando pelas redes conectadas diretamente a esses roteadores. Cada roteador em paralelo com o seu vizinho constrói um banco de dados da topologia formado por todos os LSAs trocados.

O algoritmo SPF calcula o alcance da rede e o roteador constrói a topologia lógica como uma árvore, e esse roteador é a raiz (*root*). Essa topologia lógica contém todos os possíveis caminhos para cada rede no grupo de redes interconectadas, onde está sendo utilizado o protocolo de estado de enlace.

No próximo passo, o algoritmo ordena os caminhos colocando os caminhos mais curtos primeiro. Então, o roteador lista os melhores caminhos e as respectivas interfaces para essas redes de destino na tabela de roteamento.

O roteador que recebe primeiro essa alteração na topologia por estado dos links encaminha essa informação para os outros roteadores utilizá-la para atualizações. Isso envolve o envio de informações comuns de roteamento a todos os roteadores do grupo de redes interconectadas.

A convergência do algoritmo de estado de enlace ocorre quando cada roteador rastreia seus vizinhos quanto ao nome, ao status da interface e ao custo do link até esse vizinho.

Então, o roteador constrói um pacote LSA contendo a lista dessas informações, os novos roteadores vizinhos, as mudanças nos custos dos links e os links que não são mais válidos. Esse pacote LSA é distribuído para todos os outros roteadores.

Quando o roteador recebe o LSA, o banco de dados é atualizado com as informações mais recentes da rede. O roteador calcula um mapa de redes interconectadas e determina o caminho mais curto para outras redes usando o algoritmo SPF. Toda vez que o LSA causa uma alteração no banco de dados de estado dos links, o SPF realiza o cálculo dos melhores caminhos e atualiza a tabela de roteamento.

Escolha do Melhor Caminho

O roteador determina o caminho de um pacote de dados, de um link de dados para o outro por meio de duas funções: a determinação do caminho e a função de comutação (*switching*).

Determinação do Caminho

A determinação do caminho ocorre na camada de rede e possibilita que o roteador avalie os caminhos até o destino e estabeleça um tratamento diferenciado de um pacote. O roteador consulta a tabela de roteamento para determinar o melhor caminho e encaminha o pacote usando a função de comutação.

Função de Comutação

A função de comutação é o processo interno do roteador que aceita um pacote em uma interface de entrada e encaminha o pacote para uma interface de saída do mesmo roteador. O roteador escolhe o melhor caminho e passa o pacote para o próximo roteador ao longo do caminho.

O algoritmo de Dijkstra

O algoritmo de Dijkstra calcula o caminho de menor custo entre o nó de origem e todos os outros nós da rede. É um algoritmo iterativo que, após k-ésimas interações, conhece os caminhos de menor custo para k nós de destino.

Define-se a seguinte notação para o algoritmo (KUROSE; ROSS, 2014):

- $D(v)$: custo do caminho de menor custo entre o nó de origem e o destino v até essa iteração do algoritmo.
- $p(v)$: nó anterior (vizinho de v) ao longo do caminho de menor custo corrente desde a origem até v .

- N' : subconjunto de nós; v pertence a N' se o caminho de menor custo entre a origem e v for inequivocadamente conhecido.

Esse algoritmo possui uma etapa de inicialização seguida de um loop. O número de vezes que o loop é executado é igual ao número de nós da rede.

Cálculo dos Caminhos de Menor Custo

Considerando o grafo da Figura 1.2 que representa uma rede com seis roteadores, o processo de cálculo dos caminhos de menor custo do nó u até todos os destinos possíveis é realizado da seguinte forma.

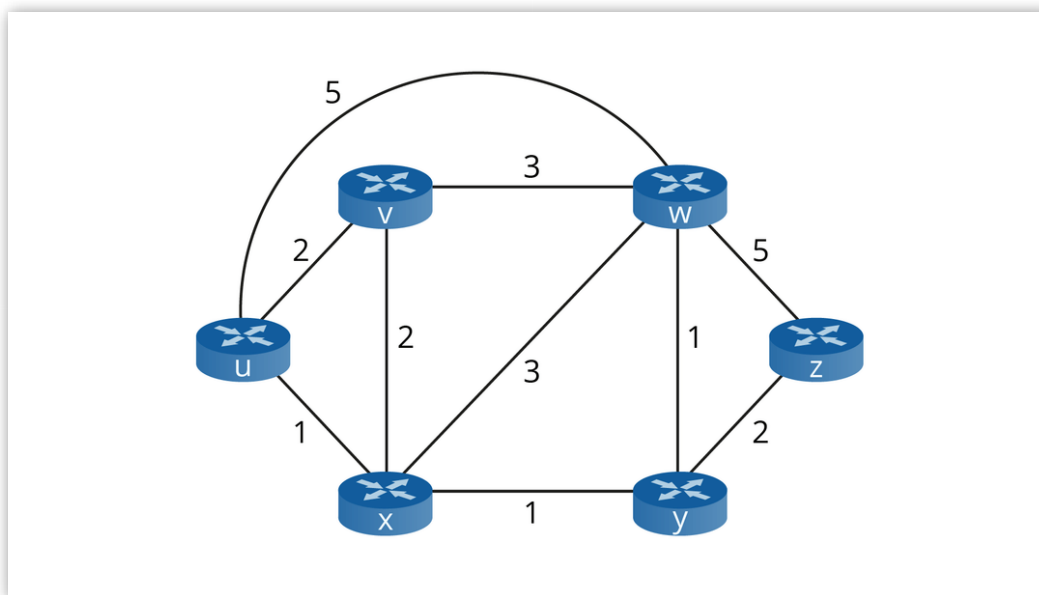


Figura 1.2 - Grafo representando uma rede de computadores

Fonte: Kurose e Ross (2014, p. 270).

1. Na inicialização, os caminhos de menor custo mais conhecidos de u até os vizinhos diretamente ligados a ele (v , w e x) são inicializados em 2, 1 e 5, respectivamente. Os custos até y e z são definidos como infinito, pois não estão conectados diretamente a u .
2. Na primeira iteração observando os nós que ainda não foram adicionados ao conjunto N' , descobrimos o nó de menor custo da iteração anterior, ou seja, o nó x com custo 1. O nó x é então adicionado ao conjunto N' . A tabela é então atualizada e o custo do caminho até v não muda. O custo do caminho até o nó w passando pelo nó x passa de 5 para 4. Esse caminho é então selecionado, e o predecessor de w ao longo do caminho mais curto a partir de u é definido como x . O custo de y por meio de x é calculado como 2, e a tabela é atualizada.
3. Na segunda iteração, os nós v e y são os que possuem o menor custo, igual a 2. O empate é decidido arbitrariamente, e o nó y é adicionado ao conjunto N' . Agora N' contém os nós u , x e y . Os custos dos nós que ainda não estão no conjunto N' (nós v , w e z) são atualizados.
4. O algoritmo continua a realizar as iterações e os cálculos de menor custo.
5. Quando o algoritmo termina, como resultado temos para cada nó da rede seu predecessor ao longo do caminho de menor custo a partir do nó de origem e também o predecessor para cada um deles, logo é possível construir o caminho inteiro da origem até todos os destinos.

Etapa	N'	$D(v), p(v)$	$D(w), p(w)$	$D(x), p(x)$	$D(y), p(y)$	$D(z), p(z)$
0	u	2,u	5,u	1,u	∞	∞
1	ux	2,u	4,x		2,x	∞
2	uxy	2,u	3,y			4,y
3	uxyv		3,y			4,y
4	uxyvw					4,y
5	uxyvwz					

Quadro 1.3 - Execução do algoritmo de estado de enlace

Fonte: Kurose e Ross (2014, p. 270).

O resultado dos caminhos de menor custo resultantes do nó u para todos os outros nós é apresentado na Figura 1.3.

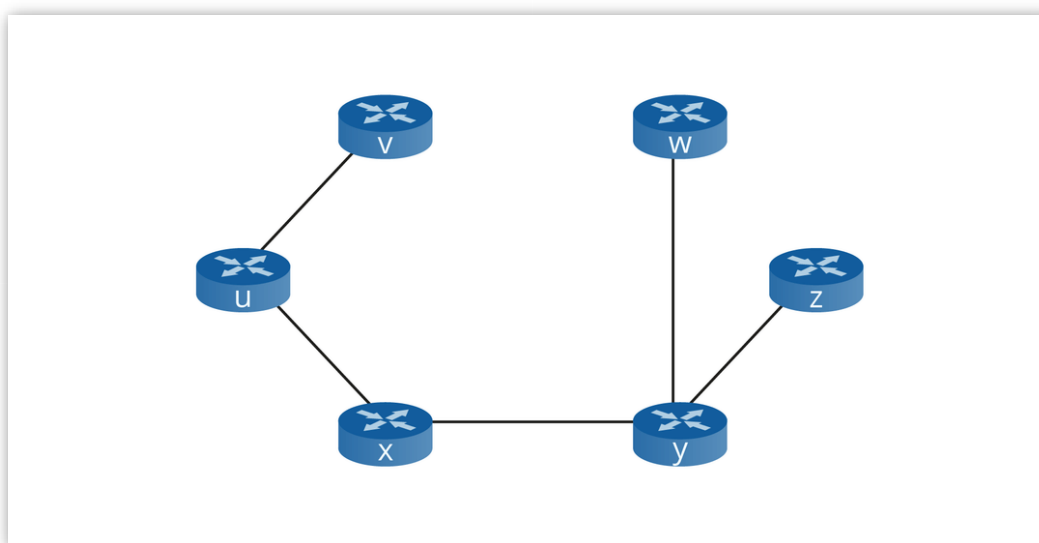


Figura 1.3 - Resultado do algoritmo de vetor de distâncias para o nó u

Fonte: Kurose e Ross (2014 p. 273).

praticar

Vamos Praticar

Levando em consideração um protocolo que utiliza os algoritmos de Dijkstra e *Link State* e é "open", assinale a alternativa que apresenta tal protocolo.

- ☐ **a)** IGP (*Internet Gateway Protocol*).
 - ☐ **b)** RIP (*Routing Information Protocol*).
 - ☐ **c)** IGRP (*Internet Router Gateway Protocol*)..
 - ☐ **d)** OSPF (*Open Shortest Path First*).
 - ☐ **e)** Hello.
-

Algoritmo de Vetor de Distâncias

Esse algoritmo também é conhecido como algoritmo de Bellman-Ford, foi o algoritmo original da ARPANET e é utilizado na Internet com o nome de RIP.

O algoritmo de vetor de distância é distribuído, já que todo nó recebe alguma informação dos nós diretamente ligados a ele, realiza os cálculos e distribui o resultado para seus vizinhos. Também é um algoritmo iterativo, pois esse processo continua até que não seja trocada mais nenhuma informação entre os vizinhos. O algoritmo também é assíncrono, já que não é necessário que todos os nós rodem simultaneamente.

Entre as vantagens do algoritmo de vetor de distâncias, estão a implementação e manutenção simples, pois não são necessários conhecimento técnico avançado e requisitos simples de hardware (memória e CPU) nem grande largura de banda para enviar atualizações de roteamento.

No entanto, esse algoritmo possui algumas desvantagens como convergência lenta, já que trabalha com atualizações periódicas se comparado aos algoritmos de estado de enlace e também possui escalabilidade limitada, pois em uma rede grande o tempo de propagação das informações de roteamento pode ser extremamente grande.

A equação de Bellman-Ford relaciona os custos dos caminhos de menor custo e é a base para o algoritmo de vetor de distâncias. A equação é dada por:

$$d_x(y) = \min_v \{c(x, v) + d_v(y)\}$$

Onde:

$d_x(y)$ = o custo do caminho de menor custo do nó x ao nó y.

Pelo algoritmo de vetor de distâncias, cada nó x mantém os seguintes dados de roteamento:

- Para cada vizinho v, o custo $c(x, v)$ de x até o vizinho diretamente ligado a ele, v.
- O vetor de distâncias do nó x, isto é, $D_x = [D_x(y) : y \text{ em } N]$, contendo a estimativa de x para seus custos até todos os destinos y, em N.

- Os vetores de distância de seus vizinhos, isto é, $D_v = [D_v(y) : y \text{ em } N]$ para cada vizinho v de x .

O algoritmo de vetor distâncias (DV) possui os seguintes passos:

Para cada nó, x :

1. Inicialização:
2. para todos os destinos y em N :
3. $D_x(y) = C(x, y) / *$ *se não é vizinho então* $C(x, y) = \infty$ $*$ /
4. para cada vizinho w
5. $D_w(y) = ?$ *para todos os destinos y em N*
6. para cada vizinho w
7. enviar vetor de distância $D_x = [D_x(y) : y \text{ em } N]$ *para w*
8. loop
9. espere (até que ocorra uma mudança no custo do enlace ao vizinho w ou até a
10. recepção de um vetor de distância do vizinho w)
11. para cada y em N :
12. $D_x(y) = \min_v \{c(x, v) + d_v(y)\}$
13. *se $D_x(y)$ mudou para algum destino y*
14. *envia vetor de distância $D_x = [D_x(y) : y \text{ em } N]$ para todos os vizinhos*
15. para sempre

Algoritmo 1.1 - Algoritmo de vetor de distâncias

Fonte: Kurose e Ross (2014, p. 275).

Tomando-se como exemplo uma rede com quatro roteadores, o roteador B recebe informações do roteador A. Então, o roteador B adiciona um número ao vetor de distância (quantidade de saltos ou custo), que aumenta o vetor de distância. Em seguida, o roteador B passa a nova tabela de roteamento ao vizinho, o roteador C. Esse processo continua em todas as direções entre os roteadores vizinhos.

Com o algoritmo de vetor de distância, não é possível que o roteador conheça a topologia exata de um grupo de redes interconectadas, pois cada roteador só consegue “enxergar” os roteadores vizinhos.

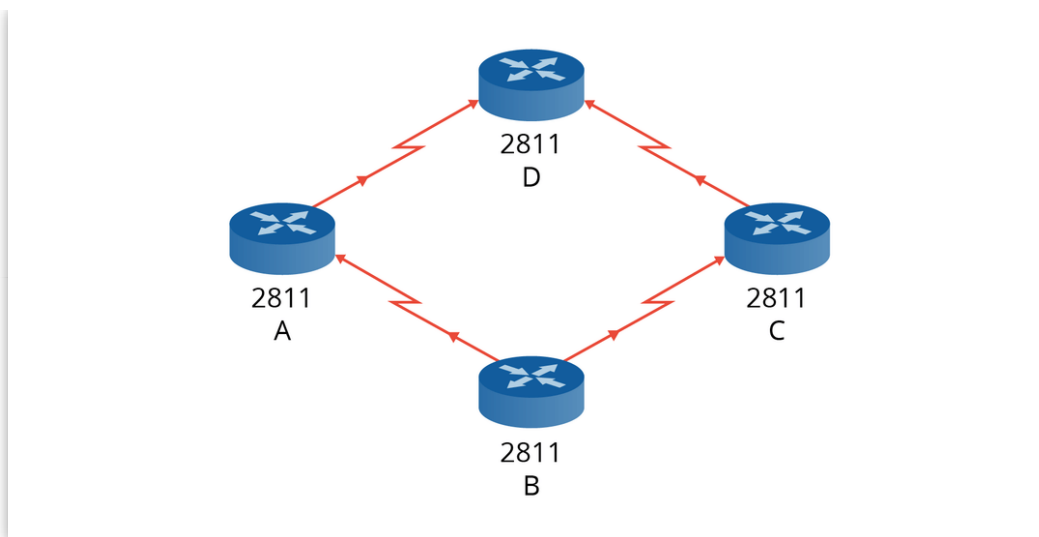


Figura 1.4 - Rede com quatro roteadores

Fonte: Elaborada pelo autor.

No algoritmo de vetor de distâncias, cada roteador inicia identificando os roteadores vizinhos. Conforme o processo de descoberta do vetor de distância avança, os roteadores descobrem o melhor caminho para as redes de destino. Quando a topologia da rede muda, a tabela de roteamento é atualizada; logo, quando ocorrem as atualizações de alterações da topologia da rede, essas alterações são executadas passo a passo de um roteador para o outro, daí a lenta convergência do algoritmo.

No processo de atualização, por exemplo, cada roteador envia a sua tabela de roteamento para cada um dos vizinhos adjacentes; nessa tabela de roteamento, estão as informações sobre o custo total do caminho e o endereço lógico do primeiro roteador no caminho para cada rede contida na tabela.

praticar

Vamos Praticar

O RIP foi o algoritmo original da ARPANET, também conhecido como algoritmo de vetor de distância (DV). O roteamento dinâmico RIP utiliza a seguinte métrica para estabelecer uma rota:

- ☐ **a)** O estado dos links, ativo ou inativo.
- ☐ **b)** A distância geográfica entre os roteadores.
- ☐ **c)** A qualidade da conexão.
- ☐ **d)** A quantidade de saltos entre os roteadores.
- ☐ **e)** O tempo de percurso entre os roteadores.

Protocolos que Utilizam Estado de Enlace

Nos algoritmos que utilizam estado de enlace, o roteador periodicamente informa aos seus "vizinhos" duas informações: quem são os roteadores que são seus vizinhos imediatos e o estado da conexão com esses vizinhos.

Os dois protocolos que utilizam o estado de enlace são o IS-IS e o OSPF.

O Protocolo IS-IS

O Protocolo IS-IS (*Intermediate System to Intermediate-System*) é um protocolo de estado de enlace (LS), é utilizado para o roteamento entre roteadores e oferece suporte ao TCP/IP. O IS-IS possui uma hierarquia de dois níveis, assim como o OSPF, o nível L2 para os *backbones* e o nível L1 para os demais.

A diferença entre o IS-IS e o OSPF é como são tratados os pacotes de " *Hello* ". Um pacote de " *Hello* " contém informações sobre as adjacências entre os roteadores vizinhos.

O Protocolo OSPF

O protocolo OSPF (*Open Shortest Path First*) é um protocolo desenvolvido para redes IP, que foi criado para substituir o protocolo RIP. O protocolo OSPF não é proprietário, ou seja, pode ser implementado por qualquer fabricante de hardware, daí a sua característica open. O OSPF é definido pela RFC (*Request for Comments*) 2328.

O OSPF utiliza o algoritmo de menor custo de Dijkstra, e o roteador constrói um mapa da topologia completa da rede. O roteador roda localmente o algoritmo de Dijkstra para determinar uma árvore do caminho mais curto para todas as sub-redes, e o roteador é o próprio nó raiz.

reflita

Reflita

Os roteadores definem os caminhos ótimos tendo como base o endereçamento da camada 3 (camada de rede). A segmentação da rede é aprimorada determinando o ponto de rede mais próximo para o qual o pacote deve ser encaminhado, tomando como base o caminho ótimo. Os pacotes de dados possuem um campo chamado DA (*Destination Address*), que identifica um destino exclusivo dentro da rede. Os roteadores usam o DA determinar o endereço e o ponto físico do roteador do próximo salto em sua tabela de roteamento. Cada pacote roteado passa por processo semelhante. Reflita sobre tal processo.

Fonte: Webb (2003).

O administrador da rede configura os custos dos enlaces individuais e pode estabelecer os custos do enlace igual a 1. Assim, o roteamento terá o mínimo de saltos. Ou pode definir pesos para os enlaces, por exemplo pesos inversamente proporcionais à capacidade do enlace; logo, os enlaces de menor largura de banda teriam menor tráfego.

No protocolo OSPF, o roteador transmite por difusão para todos os outros roteadores da rede as informações de roteamento, e não apenas para os roteadores vizinhos, sempre que ocorre uma mudança no estado do enlace, por exemplo. Também transmite o estado de enlace pelo menos a cada 30 minutos, mesmo que não ocorram mudanças. De acordo com a RFC 2328, isso dá ao OSPF uma robustez.

saiba mais

Saiba mais

A Cisco, uma das maiores fornecedoras de equipamentos de rede, foi fundada em 1984 nos Estados Unidos. A Cisco possui uma série de certificações para os profissionais que atuam na área de redes, sendo as mais conhecidas as certificações CCNA (*Cisco Certified Network Associate*) e CCNP (*Cisco Certified Network Professional*). Saiba mais sobre as certificações Cisco no site disponível.

Fonte: Elaborado pelo autor.

ACESSAR

O OSPF possui uma série de avanços:

1. **Segurança:** autenticação entre trocas de mensagens entre roteadores OSPF. Somente roteadores confiáveis participam do protocolo OSPF. Assim, evita-se que intrusos injetem

informações incorretas em tabelas de roteamento.

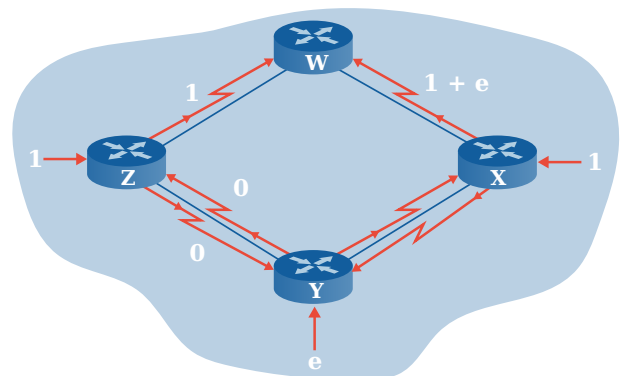
2. **Múltiplos caminhos com mesmo custo:** o OSPF permite que múltiplos caminhos de mesmo custo sejam utilizados da origem até o destino.
3. **Suporte para roteamento *unicast* e *multicast*:** a RFC 1584 fornece extensões simples ao OSPF para roteamento em grupo.
4. **Suporte para hierarquia de um único domínio de roteamento:** o OSPF é capaz de estruturar em hierarquia um sistema autônomo.

No OSPF, o algoritmo preenche totalmente de uma vez só a tabela de roteamento, calculando o caminho mais curto para todos os destinos. Nessa tabela de roteamento, o roteador local é o primeiro da lista, e os demais roteadores são ordenados com base nos menores custos.

O algoritmo de estado de enlace pode ser aplicado em redes em que os custos dos enlaces são iguais à carga transportada pelo enlace. Como exemplo, uma rede com quatro roteadores com roteamento sensível ao congestionamento.

1ª

Roteamento inicial: custos dos enlaces correspondentes à quantidade de tráfego transportado.



Comparando Protocolos

Comparando-se os protocolos de roteamento de vetor de distância e estado de enlace quanto à velocidade de convergência, tamanho das redes, recursos adicionais e implementação e manutenção, o Quadro 1.4 apresenta as diferenças entre os protocolos.

	Vetor de Distância				Estado de Enlace	
	RIPv1	RIPv2	IGRP	EIGRP	OSPF	IS-IS
Velocidade de convergência	Lento	Lento	Lento	Rápido	Rápido	Rápido
Escalabilidade	Pequeno	Pequeno	Pequeno	Grande	Grande	Grande
Recursos	Baixo	Baixo	Baixo	Médio	Alto	Alto
Implementação e manutenção	Simples	Simples	Simples	Complexo	Complexo	Complexo

Quadro 1.4 - Comparação de protocolos

Fonte: Elaborado pelo autor.

praticar

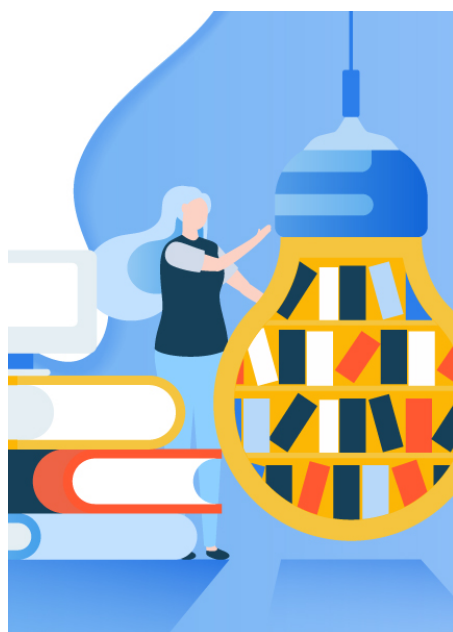
Vamos Praticar

Os protocolos RIP e OSPF são muito utilizados em redes IP. A principal função do roteamento é descobrir o caminho de menor custo entre dois nós da rede. A respeito do RIP e OSPF, é correto afirmar que:

- ☐ **a)** O RIP não precisa enviar informações periódicas para os roteadores da rede; logo, é mais escalável que o OSPF.
- ☐ **b)** O OSPF tem um desempenho superior ao RIP, na medida em que é um protocolo centralizado.
- ☐ **c)** O OSPF tem um desempenho inferior ao RIP, na medida em que é um protocolo centralizado.
- ☐ **d)** O OSPF é escalável, na medida em que permite particionar um domínio em áreas.
- ☐ **e)** O RIP permite particionar um domínio em áreas, na medida em que é um protocolo descentralizado.

indicações

Material Complementar

**LIVRO**

Redes de computadores

Comer, Douglas E.

Editora: Bookman

ISBN: 9788582603727

Comentário: Esse livro apresenta os principais e mais importantes conceitos das redes de computadores e Internet. A nova edição aborda o IPv4 e IPv6, Internet das Coisas e as Redes Definidas por Software (SDN). O autor, o cientista norte-americano Douglas E Comer, foi um dos criadores da Internet.



FILME

Guerreiros da Internet

Ano: 2011

Comentário: Você já se perguntou como a Internet funciona? Como é um roteador? Todas as respostas e muito mais podem ser encontradas no Guerreiros na net. Para demonstrar as funções do roteador, o filme explica o fato de a rede conter muitas informações desencontradas e caóticas. Sendo assim, o roteador tem a função de organizar tais informações, considerando os endereços dos pacotes para lançá-los em outra rede.

Para conhecer mais sobre o filme, acesse o seu trailer disponível em:

[TRAILER](#)

conclusão

Conclusão

O roteamento é um processo importante e essencial em uma rede de computadores. Sem o roteamento, não seria possível existir a Internet. As técnicas e protocolos de roteamento foram evoluindo à medida que as redes foram aumentando de tamanho e a tecnologia foi progredindo. Os dois tipos de roteamento, estático e dinâmico, possuem vantagens e desvantagens, e o roteamento dinâmico é o mais utilizado atualmente em grandes redes, devido à sua capacidade de adaptação e rapidez de convergência. Vários algoritmos de roteamento foram desenvolvidos, sendo os mais importantes o algoritmo de Dijkstra (estado de enlace) e o de Bellman-Ford (vetor de distâncias). Por fim, o protocolo OSPF (*Open Shortest Path First*) foi desenvolvido para redes IP e o roteador constrói um mapa completo da topologia da rede. Esse protocolo possui recursos avançados de segurança, múltiplos caminhos com o mesmo custo, suporte para roteamento *unicast* e *multicast* e capacidade de estruturar em hierarquia um sistema autônomo (AS).

referências

Referências Bibliográficas

CISCO, Networking Academy. **Cisco Packet Tracer** . Disponível em: <https://www.netacad.com/pt-br/courses/packet-tracer> . Acesso em: 3 dez. 2019.

KUROSE, J. F. ROSS, K. W. **Redes de computadores e a Internet** – Uma abordagem top-down. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

PAQUET, C. **Construindo redes Cisco de acesso remoto** . São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.

TANENBAUM, A. S.; WETHERALL, D. **Redes de computadores** . 5. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil. 2011.

WEBB, K. **Construindo redes Cisco usando comutação multicamadas** . São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.