

Protocolos em Redes de Dados

- Aula 04 -

OSPF Básico

Luís Rodrigues

ler@di.fc.ul.pt

DI/FCUL

- ⑥ Introdução ao OSPF.
 - △ Arquitectura.
 - △ Base de dados de anúncios.
 - △ Relações de vizinhança.
 - △ Formato dos pacotes.
 - △ Inundação dos pacotes.

Motivação

- ⑥ Substituir o RIP.
- ⑥ Métricas mais ricas.
- ⑥ Encaminhamento hierárquico.
- ⑥ Separação de rotas internas e externas.
- ⑥ Segurança.

Opções de concepção

- ⑥ Melhor estabilidade usando um protocolo baseado no estado-dos-elos.
- ⑥ Encapsulamento.
- ⑥ Mecanismos semelhantes sobre redes diferentes.
- ⑥ Suporte a “encaminhador de substituição”
- ⑥ Hierarquia.
 - △ Utilização de áreas.
 - △ Sumários de rotas (usando prefixos).

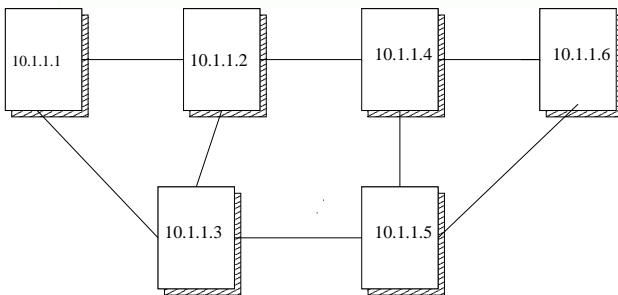
Evolução

- 6 Sofreu diversas alterações desde a versão inicial.
 - △ Diversas optimizações.
- 6 Problemas com a primeira concretização:
 - △ Difícil apagar informação.
 - △ Problemas com a identificação dos anúncios.

Outros desenvolvimentos

- 6 Suporte para CIDR.
- 6 Suporte para novas redes.
 - △ frame relay (ponto para multi-ponto).
- 6 Suporte para difusão.
- 6 Maior segurança.
- 6 Suporte para IPv6.

Exemplo



Funcionamento em regime estável

- 6 Os nós constroem uma base de dados, de conteúdo semelhante em todos os encaminhadores, com a topologia da rede.
- 6 Calculam os caminhos mais curtos para cada um dos restantes nós.
- 6 Nós que partilham um elo estabelecem relações de vizinhança.
- 6 Trocam pacotes “Hello” para monitorizarem a actividade dos seus vizinhos.

Cabeçalho do pacote OSPF

Version	Type
Lenght	
Router ID	
Area ID	
Checksum	
Autype	
Authentication	

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico – p.9

Funcionamento perante falhas

- 6 Um encaminhador detecta uma falha de um elo:
 - 6 Através do gestor de dispositivo ou através da ausência de pacotes “Hello”.
- 6 O encaminhador divulga esta informação usando um processo de inundação.
- 6 Todos os encaminhadores recalculam os caminhos mais curtos, usando a informação actualizada.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico – p.10

Encaminhamento multi-rota

- 6 O facto de cada encaminhador ter a topologia da rede permite-lhe detectar com facilidade caminhos alternativos com um custo semelhante.
- 6 Estes caminhos podem ser explorados pelo encaminhador usando estratégias diferentes:
 - 6 Round robin.
 - 6 Hash do endereço de origem.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico – p.11

Anúncios de Estado (cabeçalho)

- 6 LSA: Link-State Advertisements: cabeçalho.

LS Age	
Options	LS Type
Link State ID	
Advertising Router	
LS Sequence Number	
Checksum	
Lenght	

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico – p.12

Identificando LSAs

- ⑥ Tipo:
 - △ Existem diferentes tipos de anúncios que propagam diferente informação.
- ⑥ Identificação:
 - △ Identificador do anúncio (exemplo: qual a rota anunciada).
- ⑥ Fonte:
 - △ Quem esteve na origem do anúncio.
- ⑥ Instância:
 - △ Permite perceber quais os anúncios mais recentes.

Identificando instâncias

- ⑥ Número de sequência:
 - △ Problema: o que é que acontece quando se esgota o espaço de endereçamento?
- ⑥ Soluções:
 - △ Espaço circular: erros nos pacotes podem “baralhar” a numeração e impedir que se consigam distinguir os mais recentes.
 - △ Espaço tipo “lollipop”: atenua o problema anterior mas não o evita (usado no OSPFv-1)
 - △ Espaço linear com re-iniciação usado no OSPF (à taxa-máxima de uma actualização em cada 5s, o espaço só se esgota ao fim de 600 anos.

Verificando o conteúdo

- ⑥ Soma de controlo:
 - △ É feita sobre o cabeçalho e conteúdo.
 - △ Pacotes adulterados são descartados na expectativa de serem posteriormente retransmitidos correctamente.
 - △ Cada encaminhador verifica periodicamente a integridade da sua base de dados, como mecanismo de protecção problemas na memória.
- ⑥ O campo de “idade” não é controlado para poder ser alterado sem obrigar a re-calcular a soma de controlo.

Removendo LSAs

- ⑥ Campo de idade:
 - △ Indica há quantos segundos o pacote foi originado.
- ⑥ Um anúncio é descartado quando um anúncio mais recente é recebido.
- ⑥ Os anúncios são renovados a cada 30s.
- ⑥ Quando chega a uma idade máxima (60 unidades), é descartado.
 - △ É feita uma inundação do anúncio primeiro (com a idade máxima) para garantir que todos os encaminhadores vão descartar esse anúncio.

Removendo LSAs

- 6 Para acelerar o envelhecimento para efeito de cálculo de rotas, um anúncio só é considerado válido se for confirmado por ambos os extremos do elo.
- 6 Um encaminhador pode envelhecer prematuramente um anúncio (gerado por si), re-inundando-o com um campo de idade máximo.

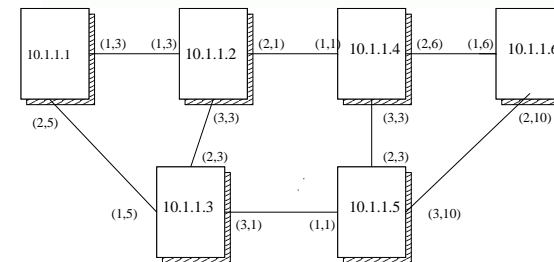
Outros campos

- 6 Campo de opções:
 - ▲ Usados em alguns pacotes e para extensões específicas (como por exemplo o MOSPF).
- 6 Comprimento:
 - ▲ Do cabeçalho e do campo de dados.

Exemplo de anúncio: “Router-LSA”

- 6 Usado para disseminar o estado de interfaces ponto-a-ponto.
- 6 Indica quais os endereços dessas interfaces e quais os vizinhos.
- 6 Cada interface é identificada por um índice e por um custo.
- 6 Na versão original previa-se a utilização de múltiplas métricas.

Exemplo (com custos)



Anúncios tipo "Router LSA"

LS Age		0	
Options	LS Type	router-lsa	
Link State ID		10.1.1.1	
Advertising Router		10.1.1.1	
LS Sequence Number		0x80000006	
Checksum		0x9b47	
Length		60	
Router type	0	ordinary	0
# links		3	
Link ID		10.1.12	
Link Data		1	
Link Type	#metrics	p-t-p	0
Metric		3	
Link Id		Link Id	

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico - p.21

Base de dados

- 6 Conjunto de todos os anúncios recebidos.
 - △ Fornecem um mapa de toda a rede.
- 6 Maneira simples de perceber se dois encaminhadores estão sincronizados:
 - △ Ver se o número de anúncios e a soma dos seus "checksums" são iguais.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico - p.22

Pacotes OSPF

- 6 OSPF corre sobre o IP sem nenhum protocolo de transporte.
 - △ A razão principal para não usar UDP parece ter sido poupar 8 bytes no cabeçalho.
- 6 Como os encaminhadores estão ligados directamente, o campo TTL é colocado a 1.
- 6 São enviados para o IP do vizinho ou em difusão para todos os vizinhos de uma mesma rede.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico - p.23

Descoberta de parceiros

- 6 A descoberta de vizinhos é feita enviando pacotes especializados, designados por pacotes "Hello".
- 6 Estes pacotes são enviados periodicamente, permitindo detectar falhas.
- 6 Garante que o elo está a funcionar em modo bi-direccional.
- 6 Permite a negociação do intervalo entre pacotes de "Hello".

Protocolos em Redes de Dados- Aula 04 -OSPF Básico - p.24

Sincronização das bases de dados

- ⑥ Parte fundamental do protocolo:
 - △ Se vizinhos não possuírem informação coerente são gerados ciclos de encaminhamento.
- ⑥ Sincronização inicial, quando dois vizinhos iniciam uma interacção.
- ⑥ Actualizações, na forma de anúncios.

Sincronização inicial

- ⑥ Solução simples mas ineficaz:
 - △ Esperar que os anúncios periódicos actualizem a base de dados: pode demorar muito tempo.
- ⑥ Solução usada no OSPF:
 - △ Realizar uma cópia do conteúdo das bases de dados.

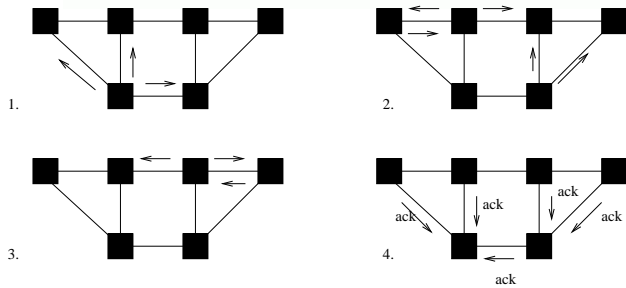
Troca das bases de dados

- ⑥ Os vizinhos começam por trocar apenas os cabeçalhos dos anúncios contidos nas suas bases de dados.
 - △ Isto permite identificarem quais os mais recentes em cada extremo.
- ⑥ Só são transferidos os anúncios completos em falta.
 - △ Sequência de pedidos de LSAs a inundações em resposta.
- ⑥ Após este processo os vizinhos são declarados "totalmente adjacentes".

Inundação fiável

- ⑥ Um anúncio novo é colocado na base de dados, confirmada a sua recepção ao emissor, e re-enviado por todas as interfaces (excepto aquela por onde foi recebido).
 - △ As confirmações são atrasadas propositadamente, para agregar várias confirmações num único pacote IP.
- ⑥ Um pacote não confirmado é retransmitido.
 - △ Anúncios cruzados são considerados como confirmações implícitas.

Inundação: ilustração



Robustez do mecanismo de inundação

- 6 A inundação possui um elevado grau de redundância que mascara falhas de elos.
- 6 Os anúncios são refrescados periodicamente.
- 6 São usadas somas de controlo nos anúncios.
- 6 Existe também um intervalo mínimo entre anúncios para evitar congestionar a rede.
 - △ Estes limites também se aplicam no processo de inundação.

Cálculo da rotas

- 6 Algoritmo de Dijkstra:
 - △ Escolhe o caminho mais curto entre o encaminhador e todos os outros encaminhadores.
- 6 A partir deste caminho constrói-se uma tabela de encaminhamento que mantém o próximo vizinho para cada destino.

Adaptação ao tipo de rede

- 6 OSPF comporta-se de modo diferente consoante o tipo de rede sobre a qual trabalha:
 - △ Descoberta de vizinhos.
 - △ Sincronização da base de dados.

O Modelo de Subnet IP

- ⑥ O OSPF pressupõe que o modelo de rede IP é preservado, o que nem sempre acontece na realidade.
 - △ Nós em redes diferentes não comunicam directamente.
 - △ Nós na mesma rede podem comunicar directamente.
 - △ Encaminhadores vizinhos partilham uma mesma rede.

Redes de difusão

- ⑥ Redes com capacidade de difusão e difusão em grupo.
 - △ Estas propriedades são usadas para facilitar a configuração e a manutenção de relações de vizinhança.
- ⑥ Mecanismos sugeridos no âmbito do protocolo IS-IS e adoptados pelo OSPF.

Descoberta e manutenção de vizinhos

- ⑥ Cada encaminhador regista o endereço difusão AllSPFRouters.
- ⑥ Cada encaminhador difunde periodicamente pacotes "Hello".
 - △ O pacote Hello indica quais os vizinhos conhecidos.
- ⑥ Vantagens:
 - △ Descoberta automática, eficiência, isolamento (difusão selectiva).

Difusão: Sincronização da Base de Dados

- ⑥ Um dos encaminhadores é eleito "*Designated router*".
 - △ Os restantes sincronizam-se com o "*Designated router*".
 - △ "*Backup Designated Router*" para o caso do primeiro falhar.

Difusão: Quando um encaminhador recebe uma nova rota

- 6 Difunde um LSA para um endereço de difusão AllDRouters:
 - △ Só os encaminhadores “Designated router” e “Backup Designated router” recebem o pacote.
 - △ Se o “Backup” não vê esta última actualização, assume o papel do “Designated router”.
 - △ O “Designated router” re-envia o pacote para AllSPFRouters.

Difusão: eleição do “Designated router”

- 6 O primeiro e o “Designated Router”.
- 6 O segundo o “Backup Designated Router”.
- 6 Quando um falha, usa-se um parâmetro de configuração, designado por “Router Priority”, para eleger outro.

Difusão: abstração

- 6 Numa rede em difusão todos os encaminhadores possuem rotas para os outros encaminhadores nessa rede (n^2 entradas de LSA).
- 6 Usa-se uma entrada que representa a rede.
- 6 Todos os nós têm conectividade para o "encaminhador rede".
- 6 O “encaminhador-rede” possui uma rota para todos os encaminhadores, a qual é desseminalada num anúncio dedicado (“network-LSA”).
 - △ Esta rota é enviada pelo “Designated-Router”.

Difusão: limitações

- 6 A rede necessita de ser transitiva.
 - △ Isto é verdade em redes do tipo Ethernet.
 - △ Pode não ser aplicável a todos os tipos de redes que suportam difusão.

Resumo

- ⑥ Mecanismos básicos usados no OSPF.
- ⑥ Formatos de pacotes.