

Protocolos em Redes de Dados

Aula 04 OSPF Básico

Luís Rodrigues

FCUL

2004-2005

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

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

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

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

Opções de concepção

- ▶ Melhor estabilidade usando um protocolo baseado no estado-dos-elos.
- ▶ Encapsulamento.
 - ▶ Protocolo que se executa sobre o IP.
- ▶ Mecanismos semelhantes sobre redes diferentes.
- ▶ Suporte a “encaminhador de substituição”
- ▶ Hierarquia.
 - ▶ Utilização de áreas.
 - ▶ Sumários de rotas (usando prefixos).

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

Outros desenvolvimentos

- ▶ Suporte para CIDR.
- ▶ Suporte para novas redes.
 - ▶ frame relay (ponto para multi-ponto).
- ▶ Suporte para diferentes Tipos de Serviço:
 - ▶ Originalmente previsto, quase nunca concretizado, acabou por se tornar obsoleto.
- ▶ Suporte para difusão.
- ▶ Maior segurança.
- ▶ Suporte para IPv6.

Exemplo

Sumário

Enquadramento
histórico

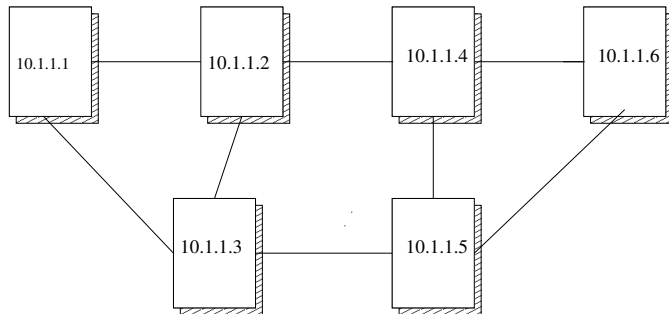
Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo



Funcionamento em regime estável

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

- ▶ Quando se recebe um “Hello”, acrescenta-se a origem à lista de vizinhos conhecidos nessa interface.
 - ▶ É feita previamente uma validação da configuração da interface (se ambos os nós estão na mesma área, usam a mesma máscara de rede, etc).
- ▶ Os pacotes “hello” indicam o identificador de todos os vizinhos conhecidos *nessa* interface.
- ▶ Se um nó vê o seu próprio identificador no “Hello” de um vizinho assume que existe uma ligação bi-direccional e que se pode formar uma adjacência.

Cabeçalho do pacote OSPF

Version	Type
Length	
Router ID	
Area ID	
Checksum	
Autype	
Authentication	

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

Funcionamento perante falhas

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

Encaminhamento multi-rota

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

Anúncios de Estado (cabeçalho)

- ▶ LSA: Link-State Advertisements: cabeçalho.

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

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

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

- ▶ Número de sequência:
 - ▶ Problema: o que é que acontece quando se esgota o espaço de endereçamento?
- ▶ 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.

- ▶ 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.
- ▶ O campo de “idade” não é controlado para poder ser alterado sem obrigar a re-calcular a soma de controlo.

- ▶ Campo de idade:
 - ▶ Indica há quantos segundos o pacote foi originado.
- ▶ Um anúncio é descartado quando um anúncio mais recente é recebido.
- ▶ Os anúncios são renovados a cada 30s.
- ▶ 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.

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

- ▶ 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.
- ▶ Um encaminhador pode envelhecer prematuramente um anúncio (gerado por si), re-inundando-o com um campo de idade máximo.

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

Exemplo de anúncio: “Router-LSA”

- ▶ Usado para disseminar o estado de interfaces ponto-a-ponto.
- ▶ Indica quais os endereços dessas interfaces e quais os vizinhos.
- ▶ Cada interface é identificada por um índice e por um custo.
 - ▶ Na versão original previa-se a utilização de múltiplas métricas para diferentes TOS.
 - ▶ Nos ciscos, por omissão a métrica é uma função da largura de banda do elo ($10^8/BW$). Esta configuração base não é adequada para links muito rápidos (mais de 100Mbps), pelo que pode ser ajustada.

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

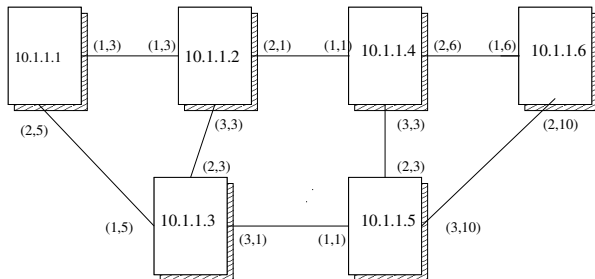
Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

Exemplo (com custos)



Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

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
# links		3
Link ID (vizinho)		10.1.12
Link Data		1
Link Type	#TOS metrics	p-t-p
Metric		3
Link Id		Link Id

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

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

- ▶ 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.
- ▶ Como os encaminhadores estão ligados directamente, o campo TTL é colocado a 1.
- ▶ São enviados para o IP do vizinho ou em difusão para todos os vizinhos de uma mesma rede.

Descoberta de parceiros

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

Sincronização das bases de dados

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

Sincronização inicial

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

Troca das bases de dados

- ▶ 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.
- ▶ Só são transferidos os anúncios completos em falta.
 - ▶ Sequência de pedidos de LSAs a inundações em resposta.
- ▶ Após este processo os vizinhos são declarados “totalmente adjacentes”.

- ▶ 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.
- ▶ Um pacote não confirmado é retransmitido.
 - ▶ Anúncios cruzados são considerados como confirmações implícitas.

Inundação: ilustração

Sumário

Enquadramento
histórico

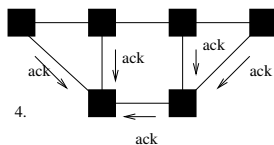
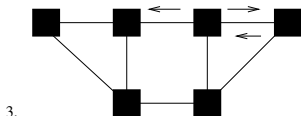
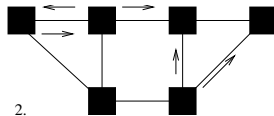
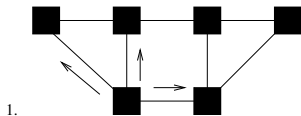
Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo



Robustez do mecanismo de inundação

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

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

- ▶ 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

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

Descoberta e manutenção de vizinhos

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

- ▶ 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

- ▶ 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”

- ▶ O primeiro é o “Designated Router” .
- ▶ O segundo é o “Backup Designated Router” .
- ▶ Quando ocorre uma falha, usa-se um parâmetro de configuração, designado por “*Router Priority*”, para eleger outro.

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

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

- ▶ 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.

Sumário

Enquadramento
histórico

Modo de operação

Manutenção dos
parceiros

Inundação

Adaptação aos
tipos de rede

Resumo

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