

Protocolos em Redes de Dados

- Aula 05 -

OSPF, IS-IS, IGRP e EIGRP

Luís Rodrigues

ler@di.fc.ul.pt

DI/FCUL

- ⑥ OSPF.
 - △ Suporte para diferentes tipos de redes.
 - △ Encaminhamento hierárquico no OSPF.
- ⑥ IS-IS.
- ⑥ IGRP.
- ⑥ EIGRP.

Sub-redes to tipo NBMA

- ⑥ NBMA: NonBroadcast MultiAccess.
 - △ Redes que permitem a vários encaminhadores comunicar directamente mas que não suportam difusão.
- ⑥ Descoberta e manutenção de vizinhos
 - △ Configuração manual nos potenciais “Designated routers”.
 - △ “Hellos” trocados ponto-a-ponto entre o *Designated router* e o *Backup Designated Router*
 - △ “Hellos” trocados ponto-a-ponto entre os restantes encaminhadores e os encaminhadores designados.

NBMA

- ⑥ Sincronização da base de dados.
 - △ Semelhante ao anterior mas com comunicação ponto-a-ponto.
 - De um encaminhador para o encaminhador designado (e backup) e deste para todos os outros.
- ⑥ Abstração.
 - △ Semelhante às redes em difusão.

NBMA: limitações

- 6 Se os encaminhadores não puderem comunicar directamente o modelo não se aplica.
 - △ Porque o encaminhamento é feito trocando pacotes directamente entre esses encaminhadores.
- 6 Falhas na conectividade podem ser difíceis de detectar porque os anúncios seguem sempre pelos “Designated routers”.
 - △ É possível manter a base de dados coerente com indicação de conectividade sem esta existir de facto.

Redes do tipo Ponto-para-multiponto (P2MP)

- 6 Redes em que um pode falar com vários mas nem todos podem falar com todos.
- 6 Não existem “designated routers”.
- 6 Geralmente os vizinhos são configurados manualmente.
- 6 Todos os encaminhadores são adjacentes.

Encaminhamento Hierárquico

- 6 Redes muito grandes gastam recursos importantes:
 - △ Memória para armazenar a base de dados com o estado dos elo.
 - △ CPU para calcular os caminhos.
 - △ Largura de banda para anunciar estados.
- 6 Encaminhamento hierárquico reduz o tamanho das tabelas.

Áreas OSPF

- 6 Suporta hierarquia em dois níveis.
- 6 Rede dividida em áreas.
- 6 Encaminhadores que comunicam com outras áreas são “area border routers”
- 6 “Border routers” anunciam sumários que agregam redes com o mesmo prefixo.
- 6 Vantagens adicionais:
 - △ Mais robustez, protecção de encaminhamento (rotas locais preferidas), esconde prefixos.

Organização das áreas

- 6 Uma das áreas serve de "backbone" área:
 - △ Esta área possui sempre o Identificador 0.0.0.0.
- 6 Os border-routers anunciam as rotas locais no "backbone".
- 6 Ao receberem as rotas remotas, escolhem a melhor.
- 6 Difundem as rotas remotas na sua própria área.

Elos virtuais

- 6 Permitem ligar áreas ao "backbone" através de túneis sem obrigar a estabelecer um canal físico.
- 6 Os anúncios são propagados para as outras áreas através do elo virtual.
- 6 Os pacotes não necessitam de seguir o elo virtual se existir um caminho mais curto.

Difusão de rotas externas

- 6 Usam-se anúncios "As-external-LSAs".
- 6 Cada "As-external-LSAs" anuncia um único prefixo.
- 6 Quatro níveis de rotas:
 - △ 1-Intra-área routing.
 - △ 2-Inter-área routing.
 - △ 3-Métricas externas do tipo 1 (mesma ordem de grandeza, por exemplo RIP).
 - △ 4-Métricas externas do tipo 2 (resto do mundo, maior custo).
- 6 As rotas externas são inundadas por todas as áreas.

Interacção com áreas

- 6 As rotas são propagadas sem alteração:
 - △ Evita processamento adicional nas fronteiras.
 - △ Garante a coerência das rotas externas.
- 6 Para serem processadas, os outros encaminhadores necessitam de saber qual a localização da fonte de rotas externas.
 - △ ASBR-summary-LSA cumprem este papel.
 - △ As rotas externas podem constituir uma parte significativa da base de dados.

Atributo de rotas externas

- ⑥ Quando routers BGP fazem trânsito, devem estabelecer ligações com todos os outros routers BGP usando IBGP:
 - △ Pode ser necessário grande número de ligações (existem maneiras de limitar este efeito).
- ⑥ Pacotes “external-attribute-LSA” são usados para exportar os atributos das rotas BGP.
- ⑥ Vários destinos podem partilhar as mesmas rotas.

Tipos de áreas OSPF

- ⑥ Áreas com restrições para redes com menos capacidade.
- ⑥ Áreas "stub":
 - △ A base de dados é a mais pequena possível.
 - △ Rotas externas não são difundidas (caminhos externos são escolhidos por omissão).
 - △ Não suportam elos virtuais.
- ⑥ NSSA (Not-so-stub-areas).
 - △ Exportam um número mínimo de rotas externas (tipicamente de uma sub-nuvem).
 - △ Usa-se um tipo de anúncio específico: evita-se a propagação para fora dessa área.

TOS-Based Routing

- ⑥ Opções suportados pelo IP:
 - △ Normal, Baixo custo, Máxima fiabilidade, Máximo débito, Mínima latência.
 - △ Métricas diferentes para cada elo.
 - △ Árvore de escoamento diferente para cada tipo de serviço.
- ⑥ Funcionalidade prevista originalmente e concretizada nalguns pacotes mas pouco (ou nada) utilizada.

Coerência das configurações

- ⑥ O cabeçalho do pacote “Hello” possui um campo de opções que é usado para os encaminhadores anunciarem a sua configuração:
 - △ Tipo de funcionalidade que suportam (TOS, difusão, etc).
 - △ Se a área está configurada como “stub” ou não.
- ⑥ Os encaminhadores podem recusar adjacências se as configurações forem incompatíveis.
 - △ Por exemplo, se um encaminhador assume que área é uma “stub” área e o outro não.

Redes do tipo “demand circuit”

- Os vizinhos podem ser configurados de modo a não forçar actualizações periódicas a cada 30s.
- Dígito “DoNotAge” evita o envelhecimento do anúncio.
- Permite manter a conectividade para uma nuvem remota.
- Só é eficiente se a área for “stub”.

Suporte para “overflow” da base de dados

- Limita o tamanho da base de dados.
- Aplicam-se apenas às rotas externas.
- Ficam as rotas por omissão para o exterior.
- Definem-se limites para o número destas entradas.

IS-IS

- Intra-Domain Intermediate System to Intermediate System Routing Protocol.
- Protocolo interior baseado numa aproximação “estado-dos-elos” definido no âmbito do OSI.
- Funcionamento semelhante ao OSPF.
- Concretizações disponíveis antes de existirem no mercado produtos OSPF.

IS-IS: encaminhamento integrado

- Adaptado para suportar IP.
- Com estas adaptações permite realizar o “encaminhamento-integrado”:
 - O mesmo protocolo é usado para suportar a utilização de diferentes tipos de redes (IP e CLNP).

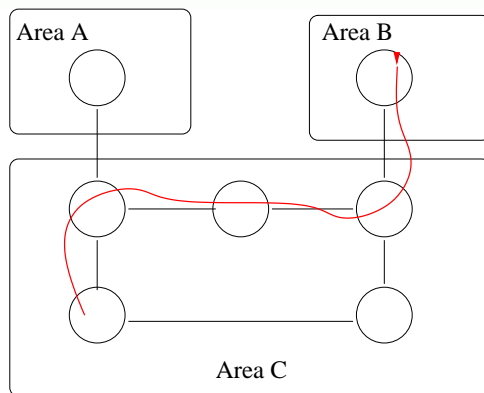
IS-IS: hierarquia

- ⑥ Sistema hierárquico:
 - △ Cada IS possui um identificador único (que não varia com a área).
 - △ Um endereço inclui o identificador da área e o identificador do IS.
 - △ Conjunto de áreas (“nível-1”) interligadas por uma área-espinha (“nível-2”).
 - △ As áreas devem estar ligadas à área-espinha (embora o possam fazer por um túnel, designado por *elo-virtual*).

IS-IS: hierarquia (cont.)

- ⑥ Sistema hierárquico:
- ⑥ Hierarquia estrita:
 - △ Pacotes para fora da área são encaminhados para o encaminhador de nível-2 mais próximo.
 - △ Na área-espinha, são encaminhados para o encaminhador de nível-2 mais próximo que pertença à área de destino.

Encaminhamento não-ótimo



IS-IS: “Hello”

- ⑥ IS trocam periodicamente pacotes “Hello”:
 - △ Indicam se o encaminhador é de nível-1, nível-2 ou ambos.
 - △ Contém a identificação das áreas às quais o encaminhador pertence.
 - △ Indicam uma prioridade (para eleger um “encaminhador designado”).
 - △ Contém um identificador da rede sobre a qual o anúncio é feito.

IS-IS: adjacências

- 6 O “encaminhador designado” lista as ligações da “rede” aos nós. Os restantes encaminhadores indicam apenas a sua ligação à rede.
- 6 No mesmo elo podem formar-se dois níveis diferentes de adjacências:
 - △ Adjacências de nível-1 e de nível 2.

IS-IS: Inundação

- 6 Troca de anúncios por inundação.
- 6 Troca de confirmações através de mensagens que indicam quais os números de sequência recebidos.
- 6 Um anúncio é retransmitido até uma confirmação ser recebida de todos os vizinhos ou ser substituído por um anúncio mais recente.

IGRP

- 6 Interior Gateway Routing Protocol.
- 6 Protocolo proprietário da *cisco* que expande a funcionalidade do RIP.
- 6 O protocolo oferece:
 - △ Métricas compostas.
 - △ Suporte a rotas por omissão.
 - Não só a rota 0.0.0.0, mas qualquer endereço pode ser marcado como “rota por omissão”.
 - △ Detecção de ciclos.
 - △ Encaminhamento “multi-rota”.

IGRP: métricas compostas

$$M = \left(K_1 \text{bandwidth} + \frac{K_2 \text{bandwidth}}{256 - \text{load}} + K_3 \text{delay} \right) \frac{K_5}{\text{reliability} + K_4}$$

IGRP: Detecção de ciclos (quarentena)

- ⑥ Primeira versão usa um mecanismo designado por quarentena:
 - △ Quando um elo falha, não se aceitam rotas para esse elo durante um período de quarentena (muito lento, pode deixar uma máquina desligada por dois períodos = 3 minutos).

IGRP: Detecção de ciclos (envenenamento)

- ⑥ Segunda versão usa um mecanismo designado por “envenenamento da rota”:
 - △ Se a métrica para um vizinho sobe, o anúncio é descartado e deve ser reconfirmado no próximo período.
 - △ Se a rota para um destino passa pela interface X, quando se envia um anúncio por essa interface coloca-se o custo a infinito.

IGRP: encaminhamento “multi-rota”.

- ⑥ O IGRP guarda várias entradas na tabela para cada destino:
 - △ Se existem várias rotas com o mesmo custo, podem ser usadas para balancear a carga.
 - △ Permitem uma mais rápida recuperação de falhas.

EIGRP

- ⑥ “Enhanced” IGRP
 - △ Esquema melhorado de detecção de ciclos: o algoritmo DUAL (distributed update algorithm).

Algoritmo DUAL

- ⑥ Seja cada custo na tabela de encaminhamento $d(i, j) = l(i, x) + d(x, j)$.
- ⑥ Quando um nó recebe uma actualização $d'(x, j)$.
- ⑥ Se x faz parte do caminho para j , procura outro vizinho $k : d(k, j) < d(x, j)$.
- ⑥ Se k existe, adopta k .
- ⑥ Caso contrário: próximo acetato.

Algoritmo DUAL (cont)

- ⑥ Caso contrário, “congela” actualizações para j , calcula $d'(i, j) = l(i, x) + d'(x, j)$ e pergunta a todos os vizinhos (excepto k) qual o custo após a aplicação de $d'(i, j)$.
 - △ Intuição: assegura que esses nós também actualizam os seus custos.
 - △ Enquanto a rota está congelada responde com $d'(i, j)$.
- ⑥ A rota é “descongelada” após se receber a resposta de todos os vizinhos.

Resumo

- ⑥ OSPF.
 - △ Tipos de redes.
 - △ Encaminhamento hierárquico.
 - △ Rotas externas.
 - △ Suporte para vários tipos de serviço.
- ⑥ IS-IS.
- ⑥ IGRP e EIGRP.