

Protocolos em Redes de Dados

- Aula 11 -

IP Multicast

Luís Rodrigues

ler@di.fc.ul.pt

DI/FCUL

Protocolos em Redes de Dados- Aula 11 -IP Multicast - p.1

- 6 Introdução ao encaminhamento em difusão.
- 6 Protocolos densos e protocolos esparsos.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 11 -IP Multicast - p.2

Modelo de difusão

- 6 Generalização do suporte que existe em LANs.
- 6 Utilização dos endereços de grupo.
- 6 IP Multicast
 - △ Utiliza IGMP.
 - △ Utiliza o RTP (ou outros) como transporte.
 - △ Existem alguns endereços multicast já reservados.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 11 -IP Multicast - p.3

IGMP

- 6 Internet Group Management Protocol.
- 6 IGMP Host Membership Reports para filiação.
- 6 IGMP Host Membership Query para verificar membros activos.

Protocolos em Redes de Dados- Aula 11 -IP Multicast - p.4

Gestão da filiação

- 6 Um dos encaminhadores é eleito pelo IGMP para realizar inquéritos periódicos.
- 6 A resposta ao inquérito é atrasada aleatoriamente.
 - △ Só a primeira passa na rede, outros membros cancelam.
 - △ É necessária emulação de LANs em redes ATM.

IGMP (continuação)

- 6 IGMPv2
 - △ Acrescenta um "leave packet" para detectar saídas mais rapidamente.
 - △ Eleição do responsável pelos inquéritos através do endereço IP.
- 6 IGMPv3
 - △ Suporta filtragem de fontes: Só pacotes de certas fontes ou excluindo fontes.

Projecção de endereços N3 em N2

- 6 Um endereço em difusão possui 4 dígitos fixos e 28 dígitos variáveis.
- 6 Os endereços MAC reservados para difusão (segundo consta, adquiridos pelo Steve Deering) só possuem 23 dígitos livres.
- 6 Projectam-se directamente nos dígitos menos significativos.
 - △ As colisões de endereços são descartadas por software, na pilha IP.

IGMP em redes com comutadores

- 6 Alguns comutadores (switches) possuem a capacidade de memorizar quais os nós interessados em receber pacotes em difusão.
 - △ (por análise do tráfego IGMP).
- 6 Isto evita a disseminação das mensagens para as máquinas não interessadas na difusão.

ASM e SSM

- Originalmente, os protocolos de difusão foram concebidos para o modelo "Any-Source Multicast (ASM)".
- Hoje em dia, é também suportado o modelo "Source-Specific Multicast (SSM)".
 - Mais simples de suportar, pois os receptores conhecem a identificação da fonte.

Endereçamento em difusão

- 224.0.0.0/24**: Difusão local na rede.
- 224.2.0.0/16**: Reservados dinamicamente.
- 232.0.0.0/8**: Reservados para Source-Specific Multicast.
- 233.0.0.0/8**: Codificados estaticamente em função para cada sistema autónomo.
- 239.0.0.0/8**: Administratively scoped multicast (equivalente aos endereços privados).

Session Directory Tool

- Aplicação que permite fazer a reserva dinâmica de endereços livres no intervalo 224.2.0.0/16.
- Consiste num conjunto de servidores que usa um endereço de difusão pré-definido (224.2.127.254) para anunciar informação acerca das sessões de difusão:
 - Endereço da fonte, contacto do responsável, tipo de sessão, etc.

Encaminhamento para difusão

- Noção de "reverse-path-broadcasting":
 - Um pacote recebido da interface para a qual seria encaminhado é descartado.

Processamento de pacotes em difusão

- ⑥ 1. Fonte envia o pacote.
- ⑥ 2. Encaminhador recebe todos os pacotes em difusão.
- ⑥ 3. Se o pacote tem erros é descartado sem ICMP.
- ⑥ 4. Decrementa o TTL e verifica se existe entrada.
- ⑥ 5. Se o encaminhador fizer parte da árvore, reencaminha o pacote.
- ⑥ 6. Se o pacote vem do elo “errado” é descartado.
- ⑥ 7. Se o TTL exceder o limite para uma dada interface é descartado (usado para concretizar políticas de limitação de âmbito).

Encaminhamento para difusão em grupo

- ⑥ Protocolos de difusão baseados na origem:
 - △ DVMRP, MOSPF, PIM Dense.
 - △ Uma árvore para cada emissor/grupo.
- ⑥ Protocolos de árvore partilhada:
 - △ PIM Sparse, CBT.
 - △ Uma única árvore para todo o grupo.

MBONE

- ⑥ Criado em Março de 1992.
- ⑥ Estações UNIX usando o programa mrouter (DVMRP).
- ⑥ Utilizam-se túneis para ligar estes encaminhadores.
- ⑥ MOSPF e PIM usados nas fronteiras (o MBONE usa só DVMRP).
- ⑥ TTL thresholds usados para filtrar aplicações:
 - △ Convenções para colocar o TTL inicial.

DVMRP

- ⑥ Quando um encaminhador recebe um pacote para um grupo que não conhece, distribui o pacote por todas as interfaces.
 - △ Mas só aceita o pacote se vier pelo caminho esperado para chegar à fonte.
- ⑥ Encaminhadores nas folhas que não tenham membros enviam mensagens de “desbastar” (*prune*).

DVMRP - "Poison reverse"

- 6 Um encaminhador a jusante que depende de um encaminhador a montante para chegar à raiz, avisa esse encaminhador.
- 6 Deste modo, um encaminhador sabe quais os que estão a jusante e qual o que está a montante.
- 6 Se um encaminhador receber de todos os encaminhadores a jusante mensagens de desbaste, re-encaminha esse pedido a montante.

DVMRP

- 6 Os encaminhadores trocam tabelas de encaminhamento para garantirem que todos usam rotas coerentes no acesso à fonte.
- 6 Por outro lado isto permite usar uma topologia diferente para difusão daquela que é usada na comunicação ponto-a-ponto.

DVMRP - Pacotes de "Graft"

- 6 Se um novo receptor se junta, é enviado um pacote até à raiz (ou raízes).
- 6 Estes pacotes são confirmados, uma vez que a fonte pode estar inactiva no momento em que são recebidos.

DVMRP - Mensagens sondas

- 6 Os encaminhadores DVMRP trocam periodicamente mensagens do tipo "sonda".
- 6 Estas mensagens permitem que os encaminhadores se conheçam mutuamente.
- 6 Servem também como mecanismo de detecção de falhas.

Protocolos esparsos

- ⑥ Problemas do DVMRP:
 - △ Pressupõe que existem muitos receptores de cada mensagem.
 - △ Primeiro difunde e só depois elimina excessos.
 - △ Não é eficiente se existem poucos receptores.

CBT

- ⑥ Core Based Tree:
 - △ Tentativa de evitar o problema anterior gerindo uma única árvore partilhada de difusão com raiz num nó eleito para o efeito.
- ⑥ Problemas:
 - △ Elevada concentração de carga no nó raiz.
 - △ As mensagens são obrigadas a percorrer caminhos não óptimos (no pior caso, o dobro do caminho).
- ⑥ Nunca chegou a ser muito implantado.

PIM-SM

- ⑥ Protocol Independent Multicast - Sparse Mode.
- ⑥ Protocolo que suporta árvores partilhadas assim com árvores com raiz no emissor.
- ⑥ Permite comutar de uma árvore para outra.
- ⑥ Usa as tabelas de encaminhamento ponto-a-ponto, independentemente do modo como estas são calculadas.

PIM-SM

- ⑥ Cada grupo elege um encaminhador com ponto de *Rendezvous* (RP).
 - △ Fontes anunciam-se no *Rendezvous*.
 - △ Receptores contactam o *Rendezvous* para conhecerem as fontes activas.

PIM-SM

- ⑥ Cada encaminhador necessita de manter a seguinte informação para cada grupo/fonte:
 - △ Fonte, endereço difusão, interfaces para disseminação, interface de entrada.
 - △ Em árvores partilhadas, uma única entrada é usada para diversas fontes ('*' no local da fonte).

PIM-SM

- ⑥ Modo de operar:
 - △ Um receptor liga-se ao ponto de *rendezvous*.
 - △ O emissor regista-se no ponto de *rendezvous*.
 - △ O *rendezvous* liga-se ao emissor.

PIM-SM

- ⑥ Ligação do receptor ao *rendezvous point* (RP).
 - △ São enviadas mensagens de "Join/Prune" do receptor para o RP que estabelecem uma árvore com raiz no RP.

PIM-SM

- ⑥ Registo do emissor no RP.
 - △ O pacote em difusão é encapsulado num pacote unicast que é enviado para o RP.
- ⑥ Ligação do RP ao emissor.
 - △ O RP envia mensagens de "Join/Prune" para o emissor.
 - △ Quando começar a receber pacotes em modo nativo, envia um "RegisterStop" para o emissor, de modo a que este termine com o envio de pacotes encapsulados.

PIM-SM

- ⑥ Comutação para árvore com raiz no emissor:
 - △ O receptor liga-se ao emissor.
 - △ Assim que começar a receber pacotes directamente do emissor, “desliga-se” do *rendezvous*.
 - △ Note-se que parte da árvore pode ser partilhada, pelo que o pacote de desbaste só tem efeito a partir do ponto em que as duas árvores se separam.

Mensagens de Hello e Assert

- ⑥ Os encaminhadores PIM fazem anúncios periódicos de pacotes “Hello”.
- ⑥ Numa rede multi-acesso, se existir mais que um encaminhador PIM, apenas um será eleito como responsável por encaminhar o tráfego multicast.
- ⑥ Se existir uma rede de difusão num ramo interior da árvore, é também realizada uma eleição para escolher quais dos encaminhadores participa na difusão.

rendezvous e grupos

- ⑥ Projecção estática:
 - △ Configurado manualmente em cada encaminhador qual o *rendezvous* para cada grupo.
- ⑥ Auto-RP (proprietário da CISCO).
 - △ Os encaminhadores estão configurados para funcionarem em modo denso na disseminação de informação de controlo.
 - △ Cada router pode ser configurado para operar como *rendezvous* para um conjunto de grupos.
 - △ Esta informação é distribuída por difusão por todos os encaminhadores.

PIM Bootstrap router

- ⑥ É eleito um coordenador, designado por *bootstrap router*.
- ⑥ Routers configurados para operar como *rendezvous* enviam mensagens para o *bootstrap router*.
- ⑥ O *bootstrap router* envia esta informação para todos os encaminhadores.

- ⑥ Comparações com os protocolos “densos”:
 - △ Protocolo denso troca e memoriza mensagens de desbaste, o protocolo esparso troca mensagens explícitas para ligação.
 - △ O protocolo esparso mantém estado nos encaminhadores mesmo sem tráfego, o denso não necessita (inundação).
 - △ O protocolo denso não necessita de pontos de *rendezvous*.

- ⑥ IGMP.
- ⑥ DVMRP.
- ⑥ PIM-SM.