

Protocolos em Redes de Dados

- Aula 06 -

BGP: Introdução

Luís Rodrigues
ler@di.fc.ul.pt

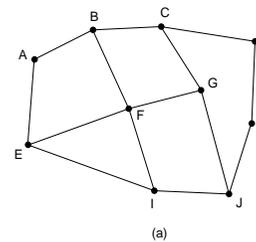
DI/FCUL

- 6 Funcionalidades fundamentais do BGP.
- 6 Tipos de pacotes.
- 6 Atributos principais.

BGP: Border Gateway Protocol

- 6 Protocolo exterior utilizado actualmente.
- 6 Equilíbrio entre "vectores de distância" e "estado dos elos".
- 6 A conectividade é divulgada na forma de um "caminho" que indica quais os sistemas autónomos incluídos na rota.

BGP: ilustração



Information F receives from its neighbors about D

- From B: "I use BCD"
- From G: "I use GCD"
- From I: "I use IFGCD"
- From E: "I use EFGCD"

(b)

BGP: vantagem de trocar rotas

- ⑥ Se um encaminhador recebe o anúncio de uma rota em que o próprio sistema autónomo já se encontra incluído, descarta essa rota.
 - △ Deste modo evitam-se ciclos no encaminhamento.

BGP: concretização baseada em TCP

- ⑥ As ligações entre vizinhos são suportadas por ligações TCP.
- ⑥ Maior fiabilidade, possibilidade de trocar pacotes longos.
- ⑥ Tipos de pacotes
 - △ Estabelecer a ligação.
 - △ Disseminar actualizações.
 - △ Notificar detecção de falhas na ligação.
 - △ Testar a actividade.

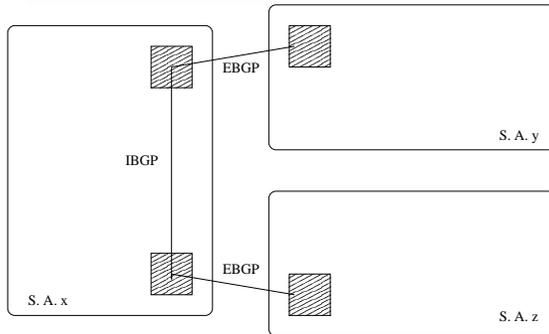
BGP: funcionamento típico

- ⑥ Fase inicial:
 - △ Parceiros trocam conteúdos das bases de dados.
- ⑥ Regime estável:
 - △ Só trocam actualizações.
 - △ Enorme vantagem em relação a algoritmos de gerações anteriores.
- ⑥ Anúncios:
 - △ Indicam o estabelecimento de novas rotas.
- ⑥ Remoções/retiradas (withdrawals):
 - △ Indicam que uma rota previamente anunciada deixou de estar disponível.

BGP: vizinhos interiores e exteriores

- ⑥ Um encaminhador fronteira troca informação com os seus vizinhos:
 - △ Exteriores (pertencentes a outros sistemas autónomos).
 - △ Interiores (pertencentes ao mesmo sistema autónomo).

BGP: ligações internas



Teste de actividade

- 6 Vizinhos trocam mensagens "KEEPALIVE" periodicamente.
 - △ Estas mensagens permitem detectar falhas dos vizinhos.

Formato das mensagens

- 6 Marcador de 16 octetos, seguido de um campo de dois octetos para o comprimento e outro de 1 octeto indicando o tipo de pacote.
 - △ Os dados são os campos seguintes.
 - △ KEEPALIVE não possui campo de dados.
 - △ O marcador é usado para trocar informação de autenticação.

Estabelecimento de vizinhos

- 6 Criar uma ligação TCP/IP.
- 6 Negociar parâmetros como o intervalo entre KEEPALIVES.
 - △ Cada encaminhador propõe um valor e o menor é escolhido.

Pacote OPEN

Version	
My autonomous system	
Hold time	
BGP Identifier	
Opt Len	
Optional parameters	

Parâmetros do OPEN

- ⑥ Versão:
 - △ Qual a versão do protocolo (actual BGP4).
- ⑥ My autonomous system:
 - △ Identificador do sistema autónomo a que o encaminhador pertence.
- ⑥ Hold time:
 - △ Tempo entre KEEPALIVE ou UPDATE.
- ⑥ Identifier:
 - △ Identificador do encaminhador.
- ⑥ Opções:
 - △ Como por exemplo, parâmetros usados para autenticação.

Estabelecimento de ligação

- ⑥ Podem ocorrer erros ao tentar estabelecer a ligação TCP ou posteriormente na troca de pacotes OPEN.
- ⑥ Caso ocorra um erro é gerada uma NOTIFICATION e a ligação é cortada.
 - △ Exemplos de erros: sistema autónomo não autorizado, expirar do Hold time.

Anúncios

- ⑥ Troca de pacotes designados por UPDATES.
- ⑥ Cada UPDATE possui:
 - △ Quais as redes acessíveis.
 - △ Lista de atributos do caminho para essas redes (nomeadamente, quais os sistemas atravessados).
 - △ Quais as redes inacessíveis.

BGP e CIDR

- ⑥ Cada rede anunciada ou retirada (withdrawn) é definida por um par:
 - △ \langle comprimento do prefixo (1 octeto), prefixo (tamanho variável) \rangle

Atributos do caminho

- ⑥ Cada atributo possui três campos:
 - △ Tipo de atributo (dois octetos).
 - △ Comprimento do atributo.
 - △ Valor (comprimento variável).

Tipo de atributo

- ⑥ Por sua vez inclui dois campos:
 - △ Flags de controlo.
 - △ Tipo de atributo.
- ⑥ “Flags”:
 - △ Opcional ou “well-known”.
 - △ Transitivo ou não-transitivo.

Tipos de atributos

- ⑥ Well-known mandatory:
 - △ Tem de estar presente em todos os anúncios e deve ser reconhecido por qualquer encaminhador.
- ⑥ Well-known discretionary:
 - △ Deve ser reconhecido por qualquer encaminhador embora possa ser omitido.

Tipos de atributos

- ⑥ Optional transitive:
 - △ Deve ser propagado em anúncios para outros sistemas, mesmo que o encaminhador não o reconheça.
- ⑥ Optional nontransitive:
 - △ Deve ser descartado se não for reconhecido.

Tipos de atributos

- ⑥ 1-ORIGIN: well-known mandatory.
- ⑥ 2-AS_path: well-known mandatory.
- ⑥ 3-NEXT_HOP: well-known mandatory.
- ⑥ 4-MULTI_EXIT_DISC: optional nontransitive.
- ⑥ 5-LOCAL_PREF: well-known discretionary.
- ⑥ ...

Internal BGP

- ⑥ Usado entre encaminhadores do mesmo sistema autónomo, para trocarem entre si rotas adquiridas *do exterior*.
- ⑥ Um encaminhador não propaga para outros encaminhadores do mesmo sistema rotas anunciadas por vizinhos IBGP.
 - △ Todos os encaminhadores do sistema autónomo devem estabelecer relações de vizinhança mútuas.
 - △ A explosão de ligações pode ser evitada usando "reflectores de rotas".

BGP: Interligação com o IGP

- ⑥ As rotas obtidas através de BGP devem ser divulgadas dentro do sistema autónomo.
- ⑥ Por exemplo, se for usado OSPF, são divulgadas como rotas externas.
- ⑥ Se um sistema autónomo fizer trânsito, não deve anunciar rotas que não sejam reconhecidas pelo IGP.
 - △ Pode obter esta informação consultado as tabelas do IGP.

Injectar rotas externas no IGP

- 6 As rotas externas representam um enorme volume, pelo que se deve tentar evitar a sua propagação.
 - △ Encaminhamento para o exterior por omissão.
 - △ Outro modo: colocar todos os routers internos a correr também IBGP.

Fontes de actualizações no BGP

- 6 Todas as rotas internas:
 - △ Nos encaminhadores Cisco, uma configuração conhecida por “dinâmica pura”.
- 6 Rotas seleccionadas:
 - △ O encaminhador é configurado com os prefixos a anunciar.

Filtragem

- 6 É necessário filtrar endereços privados ou endereços com prefixos que não correspondam às políticas de agregação válidas.
- 6 Rotas injectadas do exterior também não podem ser anunciadas como originando do AS (nota: isto é trivial no OSPF, que distingue as rotas externas).

O problema da instabilidade

- 6 Um encaminhador anuncia que uma rota fica indisponível:
 - △ Isto pode gerar uma cadeia de anúncios.
- 6 Um router pode ficar sobrecarregado a processar estes anúncios e é marcado com "em baixo".
 - △ Isto gera mais anúncios, etc.

Resultados da instabilidade

- ⑥ Diminuição drástica na largura de banda e conectividade.
- ⑥ Numa certa altura, foram trocados mais de 30 milhões de actualizações num único dia entre os principais encaminhadores da Internet (core routers).

Medidas correctivas

- ⑥ Foram identificados "bugs" no software de alguns fabricantes que entretanto foram corrigidos.
- ⑥ Inseriram-se mecanismos de correcção.

Medidas correctivas: route-flap damping

- ⑥ Mecanismo que permite configurar o encaminhador de modo a ignorar actualizações referentes a oscilações entre anúncio e remoção.
- ⑥ Se um limite de pares anúncio/remoção é excedido num curto período, os anúncios passam a ser ignorados por um dado intervalo.

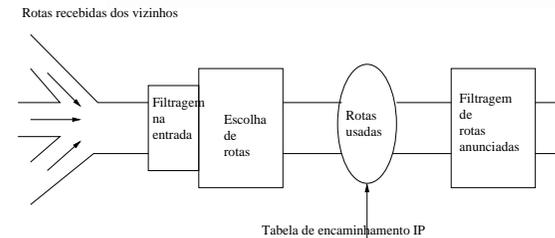
Injecção estática

- ⑥ Consiste em anunciar rotas definidas estaticamente, independentemente da conectividade real.
- ⑥ Evita problemas de instabilidade.
 - △ Se só existir um caminho, é eficiente.
 - △ Se existirem diversos caminhos pode gerar um "buraco-negro" (dado que o outro caminho pode nunca ser escolhido).

Processamento de rotas

- 6 Um encaminhador recebe rotas dos seus vizinhos.
- 6 Estas rotas são filtradas, podendo decidir não considerar algumas.
- 6 As melhores rotas são escolhidas, a partir do resultado da filtragem.
 - △ Estas são usadas pelo encaminhador e possivelmente anunciadas.
- 6 Um segundo processo de filtragem escolhe quais as rotas a anunciar.

Processamento das rotas



Agregação e rotas específicas

- 6 Quando um SA anuncia as rotas internas deve fazer agregação.
- 6 Em certos casos, pode anunciar rotas específicas para além do agregado.
- 6 Isto é importante em sistemas "multi-homed" para controlar a entrada do tráfego..

Atributo *NEXT_HOP*

- 6 Campo que indica qual o encaminhador através do qual uma rota foi conhecida.
 - △ Uma rota injectada do exterior, mantém como *NEXT_HOP* o encaminhador exterior que a anunciou para o sistema autónomo.
 - △ Para chegar ao *NEXT_HOP* pode ser necessário passar por nós intermédios.

Agregação de endereços

- ⑥ Quando se faz agregação de anúncios, cria-se uma nova rota cuja origem é o encaminhador que faz a agregação.
 - △ Problema: perde-se informação acerca dos sistemas autónomos já atravessados.
- ⑥ Define-se uma `AS_list`:
 - △ Semelhante a um `AS_path`, sem ordem, obtido através da união de diversos `AS_path` ou `AS_list`.

Manipulação do `AS_path`

- ⑥ É possível inserir várias vezes o próprio sistema autónomo no `AS_path` ao anunciar uma rota.
 - △ Método expedito de aumentar artificialmente o “custo” de uma rota para dar preferência a outra rota.

Atributo `Local Preference`

- ⑥ Valor associado a uma saída do sistema autónomo.
- ⑥ Trocado por IBGP entre as diversas saídas para escolher o caminho para o tráfego que sai do S.A.

Atributo `MULTI_EXIT_DISC (MED)`

- ⑥ Custo local associado a uma entrada no sistema autónomo.
 - △ Trocado com os vizinhos mas não propagado para o resto da rede.

Atributo Community

- ⑥ Grupo de redes que partilham propriedades.
- ⑥ Algumas são predefinidas, outras podem ser definidas entre sistemas autónomos.
- ⑥ Exemplos:
 - △ NO_EXPORT (só anunciar no sistema autónomo (ou na confederação)).
 - △ NO_ADVERTISE (nunca propagar para outro encaminhador).

Atributos ATOMIC_AGGREGATE e

AGGREGATOR

- ⑥ Quando um encaminhador faz agregação de vários anúncios, é possível que se perca informação contida nos atributos das rotas que deram origem ao agregado.
- ⑥ O atributo ATOMIC_AGGREGATE indica que a rota foi obtida por agregação.
- ⑥ O atributo AGGREGATOR indica quem fez a agregação.

Atributo ORIGIN

- ⑥ Indica qual a fonte de uma dada rota.
 - △ IGP: a rota é interna ao S.A.
 - △ EGP: a rota foi adquirida por BGP.
 - △ INCOMPLETE: tudo o resto.

Resumo

- ⑥ Mecanismos do BGP.