

Engenharia de tráfego para redes com QoS

Introdução Faz parte do discurso recorrente da área comercial dos operadores de redes modernas, que a qualidade do serviço fornecido deve ser proporcional ao valor pago pelo cliente, deixando para a área de engenharia o problema de criação dos mecanismos e estratégias que possam acomodar objetivamente esse discurso, tornando mensuráveis palavras como qualidade e serviço que em si mesmo são definidas imprecisas e muitas vezes egoístas, variando em função de necessidades pessoais ou momentâneas. REF _Ref311886168 \w \h [1]

08D0C9EA79F9BACE118C8200AA004BA90B02000000080000000E0000005F005200650066003300310031003800380036003100360038000000 Apesar dessas imprecisões, é possível recorrendo ao senso comum, perceber que o mesmo deve ser tomado por igual, aquilo que na realidade é diferente. Os serviços de dados, voz ou vídeo têm necessidades de recursos iguais, baseada nesta premissa a IETF reuniu os esforços de várias equipes para a criação de estratégias que associam a qualidade de serviço a aspectos mensuráveis, tais como o atraso, o jitter (variação do atraso) e a largura de banda, criando assim as bases da qualidade de serviço e a necessidade da engenharia de tráfego para a sua implementação, permitindo dinamicamente efetuar a distribuição de tráfego na rede, minimizando os congestionamentos e instabilidades. REF _Ref311886201 \w \h * MERGEFORMAT [2]

08D0C9EA79F9BACE118C8200AA004BA90B02000000080000000E0000005F005200650066003300310031003800380036003200300031000000 Para fornecer estes serviços com garantia de qualidade, existe a necessidade de mecanismos e protocolos, que atendam aos novos requisitos. Foi proposta uma arquitetura de engenharia de tráfego que dá suporte ao encaminhamento de pacotes baseada em etiquetas numa plataforma aberta e interoperável entre redes de diversas topologias, designada por MPLS (MultiProtocol Label Switching). Esta engenharia é o mais importante quanto à dispersão de redes em que o serviço tem de ser distribuído, e não é mais do que a manipulação feita ao tráfego de modo a encaixá-lo nos recursos existentes. O MPLS pode ser utilizado para estabelecer caminhos que emulam as conexões ponto-a-ponto da camada dois, estabelecendo circuitos virtuais ou túneis, oferecendo um caminho alternativo para o encaminhamento de dados, sem o overhead das redes virtuais privadas. A engenharia de tráfego é igual em todos os pontos da rede. Se tomarmos em consideração o MPLS por exemplo, o seu objetivo é estar presente em sistemas finais, mas sim no núcleo da rede de trânsito. II.

Qualidade de Serviço A Parâmetros de Qualidade de Serviço Os principais parâmetros que são normalmente definidos para o QoS (qualidade de serviço), são essencialmente quatro: Atraso, Variação do Atraso, Perda de Pacotes e Largura de Banda. Existem parâmetros adicionais dos quais referidos anteriormente que podem ser adicionados ao SLA (Service Level Agreement) que é celebrado entre o ISP (operador) e o cliente que requisita o serviço. 1) Atraso A forma como o atraso é definido depende do tipo de tráfego a ser transmitido. Se for em tempo real define-se como one way delay, ou seja, apenas é quantificado o tempo num sentido, se for em aplicações suportadas em TCP a forma de cálculo utiliza o RTT (Round Trip Time). Para as aplicações multimedial, o atraso em tempo real é o mais importante e pode ser discriminado de quatro maneiras diferentes: a) Atraso de propagação É a soma de todos os tempos que demora um bit a passar desde a saída de um router até à entrada do próximo. A distância entre routers e o meio onde se propaga tem aqui a maior influência. b) Atraso de Comutação É o tempo que demora desde a entrada do pacote no router até estar disponível para ser calendarizado. O tempo de processamento é mais rápido se for realizado por Hardware em vez de Software e anda na ordem dos 10 a 20 microssegundos. c) Atraso de Calendarização É o tempo que leva entre o pacote estar pronto a ser distribuído e o início da sua saída do router. d) Atraso de transmissão É o tempo que leva ao pacote sair por completo do router. Este atraso é mais acentuado em transmissões de baixa velocidade. 2) Variação do atraso O jitter pode ser definido como uma estatística do atraso na entrega de dados numa rede, ou seja, pode ser definido como a medida de variação do atraso entre os pacotes sucessivos de dados. Uma das formas de minimizar a variação do atraso é utilizando buffers, os quais armazenam os dados até que eles chegam e vão sendo encaminhados para a aplicação de uma forma regular. 3) Perda de Pacotes Este parâmetro de qualidade de serviço observa a perda de pacotes que acontece entre um determinado ponto de saída na rede e um determinado ponto de entrada dessa mesma rede. Considera-se que houve perda de pacotes quando um pacote não aparece na saída dentro de certo período de tempo. A origem da perda de pacotes pode estar relacionada com o congestionamento na rede, com erros nas camadas um e dois, com a falha de elementos de rede e com problemas nos sistemas terminais. 4) Largura de Banda e Dêbit A largura de banda corresponde à capacidade total da ligação. O dêbit para uma dada aplicação é inferior à largura de banda, pois tem que se levar em consideração o overhead introduzido pelas diferentes camadas dos protocolos. B. Mecanismos para introdução de QoS O desenvolvimento do suporte de QoS nas redes IP proporcionou à IETF a proposta de alguns mecanismos, nomeadamente: o IntServ (Serviços Integrados)

através das RFC 1633 e 1994, o DiffServ (Serviços Diferenciados) através das RFC 1998 e 2475, e o MPLS através das RFC 2001 e 3031, dando origem posteriormente à Engenharia de Tráfego na RFC 3272. 1)

Serviços Integrados O IntServ através da reserva de recursos baseada no protocolo RSVP (Resource Reservation Protocol) permite ao emissor reservar um canal na rede para garantir a largura de banda e especificar exigências de atraso e variação de atraso. Através do protocolo de sinalização o RSVP podemos fazer a configuração dos caminhos e a reserva dos recursos. [4] Foi projetado para funcionar com protocolos de encaminhamento unicast e multicast. Os componentes do RSVP são os transmissores, os clientes, os hosts e os routers entre eles. O transmissor permite que o cliente saiba que dados serão enviados e que QoS ele necessita, o cliente envia um aviso aos hosts ou routers para eles se prepararem para receber os dados. Para garantir a reserva, os hosts e routers afetados comprometem-se a fornecer esses recursos. Se um deles não é capaz de os fornecer, ou os recursos estão disponíveis, pode recusar a reserva, sendo a aplicação notificada imediatamente de que a rede não pode suportar.

figura 1 - Reserva RSVP

a) Vantagens

- Cria um método seguro para implementar os SLA;
- O protocolo é aberto, robusto e difundido;
- Utiliza equipamentos existentes, sem necessitar de uma nova classe de hardware, havendo no entanto necessidade de suportar.

b) Inconvenientes

- No caso geral, existem processamentos sempre repetidos no estabelecimento da sessão RSVP. Na maior parte dos casos, sempre o mesmo caminho que é estabelecido.

2)

Serviços Diferenciados O DiffServ representado na REF_312784540 na figura 2 permite tratar cada classe de tráfego de forma diferente, uma classe de tráfego em tempo real pode atravessar a rede mais rapidamente do que uma de transferência de ficheiros. No cabeçalho do pacote IP, existe um campo denominado de TOS (Type of Service) que pode identificar o tipo de serviço. Os serviços diferenciados ampliam a representação de serviços e o tratamento que pode ser dado para encaminhar um pacote através da definição de um novo layout para o TOS. Este layout é denominado de DS Field (Differentiated Service Field), e nele são codificadas as classes para serviços diferenciados. Cada campo DS corresponde a um tratamento diferente de encaminhamento chamado PHP (Per Hop Behavior) em cada nó.

a) Vantagens

- Uma forma simples de diferenciação das classes de serviços para um ISP que poderá ter como base uma tarifa também diferenciada;
- A gestão de classes de tráfego aplicada aos fluxos agregados que não requer a utilização explícita de nenhum protocolo de sinalização;
- Resolução dos problemas de escalabilidade do IntServ em relação aos encaminhadores do núcleo da rede e em relação às funções complexas que são realizadas apenas na periferia da rede.

b) Desvantagens

- A complexidade crescente das técnicas de configuração e do dimensionamento do núcleo da rede;
- Falta de maturidade destas técnicas;
- As garantias de QoS são relativas a uma classe de tráfego agregada e não a um fluxo de dados.

figura 3 - SEQ Figura 1* ARABIC 2 - Modelo DiffServ

3)

MPLS Em ambientes de routing convencionais, a decisão sobre o encaminhamento de cada pacote é realizada em cada router da infraestrutura, para permitir o estabelecimento prévio da rota a ser seguida pelos pacotes nos routers de fronteira. O MPLS por seu lado insere rótulos nos pacotes que entram no domínio, associando-os a uma FEC (Forward Equivalence Class), que representa o caminho ponto a ponto que o pacote deverá percorrer no domínio. Uma FEC é definida como sendo uma classe correspondente a um conjunto de pacotes encaminhados de uma mesma forma através da rede. O MPLS normalmente não é utilizado em toda a rede, mas sim no núcleo para evitar o seu congestionamento, através da sua técnica de encaminhamento mais rápida e eficaz, comparativamente ao encaminhamento habitual numa rede IP [3]

figura 3 - SEQ Figura 1* ARABIC 3 - Esquema de funcionamento do MPLS

a) Vantagens

- Orientação a conexão em redes IP;
- Menor complexidade de decisões de encaminhamento nos routers;
- Permite Engenharia de Tráfego;
- Eliminação de múltiplas camadas;
- Ajuda a garantir a QoS;

b) Desvantagens

- Circuito moroso de manusear - usa-se Software de gestão ou configuração manual;
- QoS e SLAs são geridos individualmente

[illegible]

[illegible]

[illegible]

carga da rede e aumentar a segurança; B. Componentes

da Engenharia de Tráfego Destacamos como componentes da Engenharia de Tráfego, os associados ao MPLS para o encaminhamento de pacotes, a distribuição das informações, a seleção do caminho e a seleção da sinalização. O encaminhamento do pacote ocorre da mesma forma do que no MPLS. A questão essencial fica por conta da escolha de uma LSP que representa o caminho mais curto para alcançar o destino. A componente responsável pela distribuição das informações é fundamental na estrutura da Engenharia de Tráfego baseada no MPLS, isto porque é necessário ter um conhecimento sobre a topologia, assim como informações dinâmicas sobre a carga da rede. A implementação deste elemento depende-se através das extensões ao protocolo de modo que os atributos das ligações sejam incluídos nas mensagens de anúncio distribuídas nos encaminhadores. A seleção do caminho a ser tomado pelos LSP é baseada num algoritmo denominado CSPF (Constraint Shortest Path First). Este algoritmo baseia-se em restrições que são atribuídas aos elementos da rede, para determinar um caminho para o LSP. Para isto, é necessário que os atributos associados ao LSP sejam respeitados. A sinalização é responsável pelo estabelecimento dos LSP e pela distribuição dos recursos no MPLS. Estes são nomeadamente, o LDP e o RSVP-TE. [8]

Exemplo prático: Figura SEQ Figura 5

Exemplo de um domínio MPLS com RSVP-TE Como exemplo prático do exposto até aqui podemos analisar o domínio MPLS mostrado na Figura 5

08D0C9EA79F9BACE118C8200AA004BA90B0200000080000000E0000005F0052006500660033003100320037003800360030003100370000000 , onde os pacotes destinados ao utilizador B são enviados a partir do LSR1 pelo utilizador A utilizando uma taxa de 40 Mbps. A largura de banda reservada em cada ligação significa que existem LSP estabelecidas neste domínio e os valores mostrados estão disponíveis para serem utilizados apenas por estas LSP. Se no domínio fosse utilizado o routing IP padrão, o tráfego seria encaminhado através da ligação 1-3. Isto ocorre pelas seguintes razões: A ligação 1-3 é o menor caminho entre o LSR1 e o ponto B, necessitando de apenas dois saltos para alcançar o destino; O valor da métrica deste caminho é igual a um ($m=1$). Com a utilização deste tipo de routing IP padrão ocorreria uma grande perda de pacotes e um alto atraso entre os dois pontos, uma vez que a ligação entre o LSR1 e LSR3 não possui folga de largura de banda suficiente. Com a implementação da engenharia de tráfego através da utilização de MPLS com RSVP-TE, o problema do congestionamento pode ser resolvido. Neste caso, um LSP pode ser estabelecido através do caminho formado pelas ligações 1-2-3. A folga da largura de banda neste caminho é de 55 Mbps, no caminho com maior congestão, sendo suficiente para as necessidades da aplicação.

Sobre o Autor

António Machado é licenciado em Engenharia Electrónica, Telecomunicações e Computadores, pelo Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, e está a finalizar o mestrado em Telecomunicações e Computadores. É um apaixonado por segurança em redes fixas e móveis.