MODELOS DE QUALIDADE DE SERVIÇO - APLICAÇÕES EM IP

Nilton Alves Júnior
naj@cbpf.br

Kelly Soyan Pires Dominguez
kelly@cbpf.br

Resumo

Este trabalho tem como função explicitar o conceito de Qualidade de Serviço sobre as aplicações em IP, abordando, separadamente, os modelos IntServ e DiffServ, juntamente com os protocolos e componentes de cada um destes modelos. Serão vistas também, as vantagens e desvantagens, permitindo uma comparação final de que modelo pode ser mais apropriado.

Palavras-chave:
Qualidade de Serviço, IntServ, DiffServ.

ÍNDICE

1-Introdução

Devido ao crescimento da utilização de aplicações multimídia na internet, certos recursos foram introduzidos tornando mais viável e segura a transmissão dos dados. Um desses recursos é *Quality of Service* - QoS, que se torna imprescindível quando se trata de uma aplicação de missão crítica, como por exemplo, a telemedicina.

Atualmente, na transmissão dos dados na Internet, é utilizada a filosofia "Best Effort", que não provê nenhum tipo de garantia de que os pacotes enviados na rede chegarão ao seu destino.

Como muitos *hosts* estão conectados na rede ao mesmo tempo, os limites da banda de transmissão são excedidos. Isto é, os usuários compartilham a largura de banda com os fluxos de dados de outros usuários e de acordo com a quantidade de banda disponível e definição das rotas, os dados chegam ao seu destino. Entretanto, quando há congestionamento, pacotes são descartados aleatoriamente não garantindo que a aplicação seja executada com eficiência.

Por outro lado, com a introdução do QoS podemos reservar banda para tipos diferentes de fluxo de dados, onde os pacotes não são descartados e a banda não excede valores pré-definidos. Por exemplo, se quisermos transmitir voz em tempo real, uma quantidade **X** de Mb/s será reservada para tal aplicação.

Dentro do QoS na Internet temos diferentes tipos de modelos propostos pelo *Internet Engineering Task Force* - IETF, que se adequam de acordo com o tipo de aplicação e arquitetura da rede. Estes modelos são: *Integrated Service* - IntServ e *Differentiated Service* - DiffServ, respectivamente.

Podemos também, ter qualidade de serviço direcionada para o ATM, que é uma tecnologia que tem como aplicação nativa o QoS.

Porém, devido ao fato de ser uma tecnologia altamente complexa, pode mostrar dificuldades quanto à implementação deste recurso. No entanto, os testes com QoS sobre ATM ainda se encontram em fase experimental, gerando grandes expectativas em torno dos resultados.

2 - INTEGRATED SERVICES - IntServ

Este modelo de qualidade de serviço é caracterizado essencialmente pela reserva de recursos(largura de banda, atraso e jitter), antes do estabelecimento da comunicação. Este serviço utiliza o protocolo de sinalização RSVP ,que será abordado com mais detalhes no próximo sub-item. Na sinalização RSVP existe troca de mensagens de controle entre emissor e receptor de forma que num determinado período de tempo possamos alocar uma faixa da largura de banda para a transmissão dos dados.

Neste modelo temos alocação para dois tipos de serviços, além do "Best Effort":

- *Serviços Garantidos* - aplicações que necessitam de um atraso constante.
- *Serviços de Carga Controlada* – aplicações que necessitam de segurança e um limite de variação de atraso (jitter), eliminando a idéia de "best effort".

Aplicações que exigem esses tipos de serviço devem configurar caminhos e reservar recursos antes da transmissão dos dados.

A implementação do IntServ é feita por quatro componentes:

- protocolo de sinalização(RSVP)
- rotina de controle de admissão,
- classificador,
- escalonador de pacotes.

Esses componentes têm por função organizar os pacotes de forma que a Qualidade de Serviço seja aplicada.

2.1 – RESOURCE RESERVATION PROTOCOL - RSVP

O RSVP é usado para gerenciar recursos ao longo do caminho no qual deseja-se utilizar aplicações que necessitem de QoS. Ele não realiza transporte de dados, é apenas um protocolo de sinalização que atua juntamente com o ICMP (Internet Control Management Protocol) e IGMP(Internet Group Management Protocol).

O processo de sinalização se dá antes da transmissão dos dados e é renovado sempre que necessário. Para haver a requisição dos recursos, existem mensagens que são trocadas entre o receptor e o transmissor, são elas: PATH e RESV.

Mostraremos aqui a sinalização (simplificada) de como o protocolo trabalha, de acordo com a figura 1:

? A mensagem PATH é enviada pelo transmissor, informando para o endereço de destino (unicast ou multicast)e especificações de tráfego, isto é, largura de banda, delay e jitter. Cada roteador ao longo do caminho com RSVP habilitado estabelece, então, um PATH-state. As mensagens desse tipo armazenam o estado de cada nó (cada roteador), por onde ela transitou. Fornecendo também o endereço do próximo hop.

? Quando PATH chega no receptor, este analisa as informações contidas na mensagem e seleciona os parâmetros de reserva desejados. Iniciando–se assim o procedimento de reserva de recursos através da mensagem RESV. Essa mensagem é enviada de volta aos roteadores estabelcendo um RESV-state. Além das especificações do tráfego contidas no PATH-state, o RESV contém especificações de pedido, que indica que tipo de serviço, dentro do IntServ, está sendo requerido(Carga controlada ou serviço garantido) e especificações de filtro, que caracterizam os pacotes para os quais a reserva está sendo feita.

? Cada roteador ao longo do caminho pode aceitar ou não as requisições da mensagem RESV. Se a mensagem for rejeitada, o roteador enviará uma mensagem de erro para o receptor e o processo de sinalização terminará.

? Quando o último roteador recebe a mensagem RESV,inicia-se então a comunicação propriamente dita. É bom deixar claro que temos como último roteador o mais próximo do transmissor.

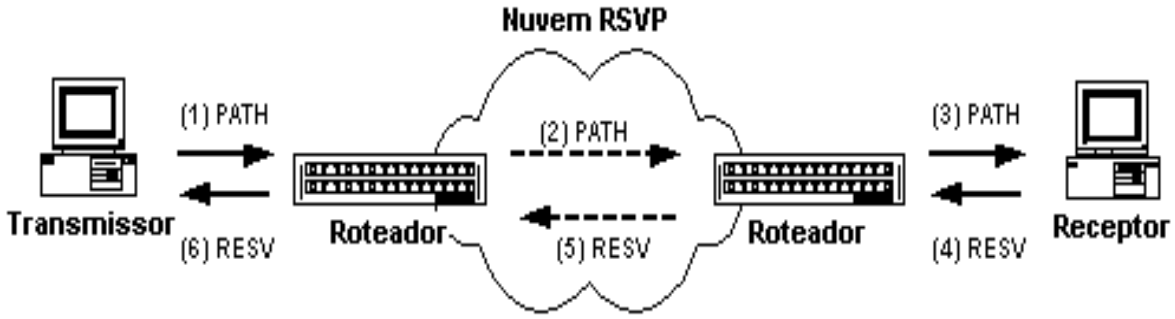


Figura 1

O RSVP pode ser implementado tanto para transmissão ponto-a-ponto quanto multicast.

Como já foi dito anteriormente o RSVP trabalha em conjunto com outros componentes (controle de admissão, classificador e escalonador de pacotes) que atuam tanto nos elementos finais, transmissores e receptores, como nos roteadores.

2.2 - ROTINA DE CONTROLE DE ADMISSÃO

O controle de admissão tem somente a função de determinar se um fluxo de dados poderá ser aceito ou não, de acordo com a banda disponível.

Este componente é requisitado de forma que sua decisão não interfira nos fluxos previamente aceitos pelo roteador.

2.3 - CLASSIFICADOR

Com a introdução dos parâmetros de QoS, foi necessária uma forma de classificação mais específica dos pacotes. Além de analisarmos o endereço do destino, levamos também em consideração a porta e número de protocolo. Poderemos tomar como exemplo uma sequência de música que seria reconhecida por uma porta particular.

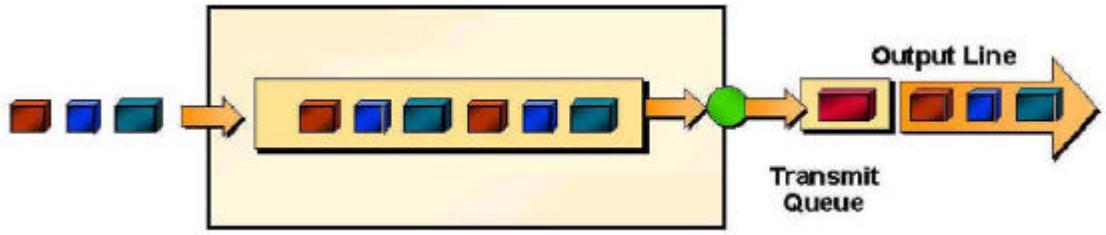
Os pacotes são marcados de modo que possamos reservar banda para determinado fluxo. E este vai ser atendido de acordo com sua prioridade de fila dentro do roteador. Quem cuida das prioridades da fila é o escalonador , que implementa algorítmos que selecionam os pacotes que serão atendidos. Isto é claro, ocorre de acordo com a complexidade do algorítmo e marcação dos pacotes.

Existindo dois fluxos com a mesma classificação, se o estilo de reserva permitir, eles se unirão. Caso contrário um dos fluxos será tratado de forma específica.

2.4 - ESCALONADOR

Como foi citado acima, o papel do escalonador é estabelecer políticas de enfileiramento e prevenção de congestionamento nas interfaces dos roteadores e switches de nível 3, aqueles que também roteiam, para atender as prioridades do fluxo. O escalonador trabalha com algorítmos que fazem tais implementações de acordo com a necessidade de QoS para determinados serviços.

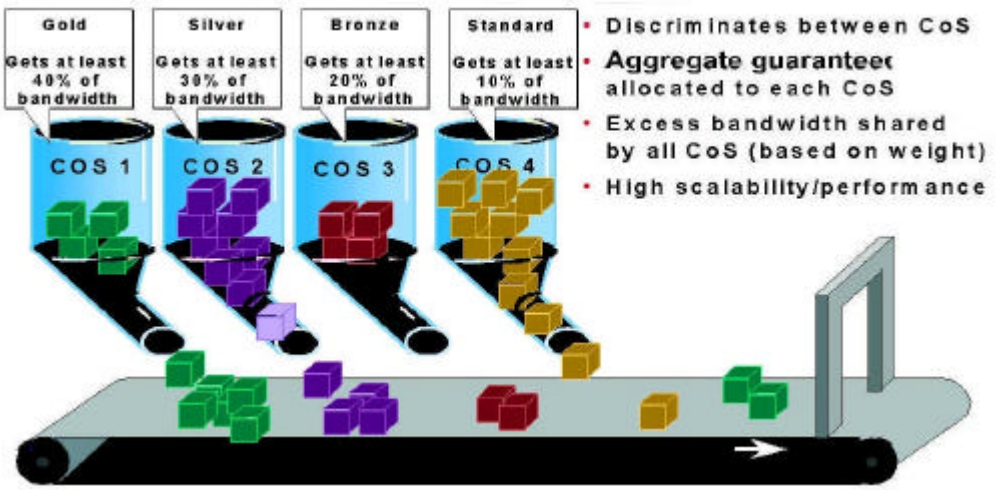
O mecanismo mais conhecido é o **FIFO – *First In First Out*** ,onde os pacotes são tratados de acordo com a ordem de chegada. Uma fila FIFO é um mecanismo de repasse, não implementando nenhum tipo de classificação. É fácil percebermos, então, que quando estamos utilizando qualidade de serviço, este tipo de mecanismo não é adequado.



Outro algorítmo que também merece ser citado é o **WFQ – *Weighted Fair* Queueing,** onde é possível ponderar os tipos de fluxo. Isto, é, são associados pesos para determinados tipos de fluxo, também de acordo com as prioridades de cada um. Ele trabalha da seguinte forma:

O WFQ coloca para o início da fila o tráfego que tem maior prioridade, reduzindo o tempo de resposta desse fluxo. Ao mesmo tempo, o WFQ compartilha banda com outros fluxos de menores prioridades, porém alocando uma largura de banda menor, já que os

de menor prioridade têm também menor peso junto ao WFQ. Este algorítmo se adapta automaticamente às mudanças das condições de tráfego.



Podemos também citar o **PQ – *Priority Queueing*** , onde o tráfego de entrada é classificado em quatro níveis de prioridade: alta, média , baixa e normal. Os pacotes que não são marcados levam configuração default, isto é, são tratados de acordo com a prioridade normal.

Neste mecanismo o tráfego classificado e marcado como prioritário tem preferência absoluta em relação aos outros fluxos. Esta é uma das desvantagens do PQ , pois isso pode causar um aumento de jitter e atrasos consideráveis em aplicações de menor prioridade. Numa situação extrema pode acontecer até de um fluxo com menor prioridade nunca chegar a ser enviado se o fluxo de maior prioridade ocupar toda largura de banda. Isso ocorre em conexões de baixa velocidade.

Outra desvantagem do PQ é que se um fluxo não receber classificação ele pode também não ser enviado. Por isso a necessidade da habilitação de uma fila default, isto é, com prioridade normal .

As classificações de um fila PQ pode ser por protocolo (IP, IPX, DecNet, SNA, etc), por interface de entrada ou por *access list* .

2.2 - DESVANTAGENS do IntServ

1. A quantidade de informação de estado aumenta com o número de fluxos exigindo enorme espaço de armazenamento e gerando sobrecarga de processamento nos roteadores.
2. Todos os roteadores devem implementar RSVP, controle de admissão, classificação e escalonamento de pacotes em todos os elementos da rede: transmissores, receptores e roteadores.

3 - DIFFERENTIATED SERVICES - DiffServ

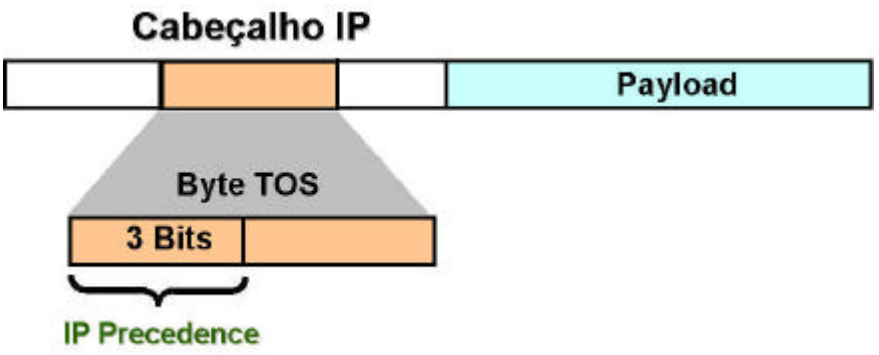
De acordo com os problemas encontrados com a implantação do IntServ o IETF - *Internet Engineering Task Force* introduziu o DiffServ. Um modelo onde os pacotes são previamente marcados de acordo com os tipos de serviços desejados.

3.1 - Differetiated Service Field – DS Field

No cabeçalho do pacote IP existe um campo de oito bits, anteriormente chamado de ToS (*Type of Service*), e que mudou recentemente para *DS Field*, em virtude da ampliação dos serviços e o tratamento que pode ser dado a ele. É no *DS Field* que são codificadas as classes para diferenciação de serviços .

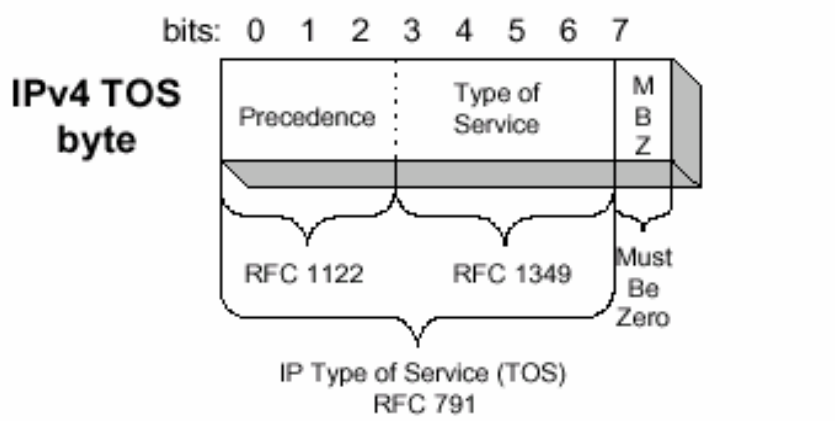
Na verdade, o ToS, que foi inicialmente definido e reservado para indicar tipos de serviços nunca foi utilizado de fato para nenhuma implementação. Com a introdução da Qualidade de Serviço foi necessário um tratamento mais específico, fazendo assim com que os pacotes sejam classificados de forma que possamos, então, obter funcionalidades para o pacote IP.

Podemos então dividir o byte do ToS do pacote IP em: *IP Precedence, ToS field e MBZ(must be zero).*



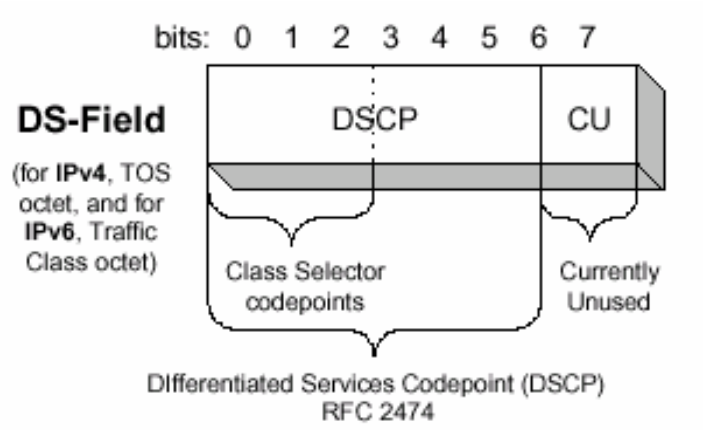
O ***IP Precedence*** são três bits que podem ser classificados de 0 a 7 de acordo com a prioridade do fluxo de pacotes. Isto é: se um pacote tem prioridade 7 (serviço de missão crítica), e outro com prioridade 5 ,com certeza o de maior prioridade será atendido. Outro caso é quando temos um pacote marcado com valor zero: este receberá prioridade mais baixa ,podendo nunca ser atendido.

Temos também, mais quatro bits reservados para o ***ToS field*** que vão tratar exatamente de: delay, troughput e reability. Sendo que os bits 6 e 7 quase não são usados, servindo também para aplicações de controle e gerência da rede.



Como foi citado acima o bit 7 não é usado, por isso o nome de MBZ(*must be zero).*

Cada campo DS corresponde a um tratamento diferente de encaminhamento(*PHB - Per Hop Behavior*), que será tratado posteriormente. Este caminho é marcado através do ***DSCP – Differentiated Selector Codepoints*** . Os roteadores ordenam os pacotes de entrada em diferentes classes de encaminhamento, de acordo com os valores correspondentes de DS Field. O DSCP preserva o IP Precedence e os PHBs, porém não valor do ToS.



Existem dois tipos de classificação dentro do DiffServ :

- BA(behavior aggregate) que é baseado somente no DS code-point.
- MF(Mult-field), baseado em vários parâmetros do pacote: endereço do destino, endereço da fonte, número da porta e aprópria classificação do DS field.

O DiffServ parte do princípio de que domínios adjacentes tenham acordo sobre os serviços disponibilizados.

Os clientes podem marcar o campo DS de pacotes individuais para indicar o serviço desejado , ou podem ser marcados pelo roteador folha (ou de borda); e assim mandado para o receptor.

No entanto dessa forma não sabemos quanto de banda disponível nós temos para utilizar, já que não foi feita nenhuma alocação. Podendo até um pacote com *DS Field* marcado chegando a um roteador que não provê qualidade de serviço ser remarcado, de forma que passe a ser um pacote de *"best effort"* podendo ser descartado.

Para isso foi inserido um componente para gerenciar os recursos do domínio, que tem como função básica controlar a largura de banda, as políticas e as prioridades dentro e entre as organizações. Este componente é o Controlador de banda (BB - *Bandwidth Broker*), que falaremos posteriormente.

3.2 - SERVICE LEVEL AGREEMENT –SLA

Antes de falarmos sobre Bandwidth Broker é importante ressaltarmos SLA, que o gerencia.

Um SLA determina que classes de serviços são suportadas e a quantidade de tráfego na banda entre os domínios. É um acordo feito

entre o transmissor e o receptor determinando os limites dos parâmetros utilizados na aplicação.

O SLA pode ser estático ou dinâmico.

É chamado de estático quando negociado de forma regular , por um determinado tempo. E chamado de dinâmico quando é necessário o uso de um protocolo de sinalização e controle para o gerenciamento da banda, por exemplo RSVP.

As regras de classificação, policiamento, condicionamento e escalonamento usadas nos roteadores são determinadas também pela SLA, tanto quanto o espaço nos buffers de cada roteador.

3.3 - BANDWIDTH BROKER – BB

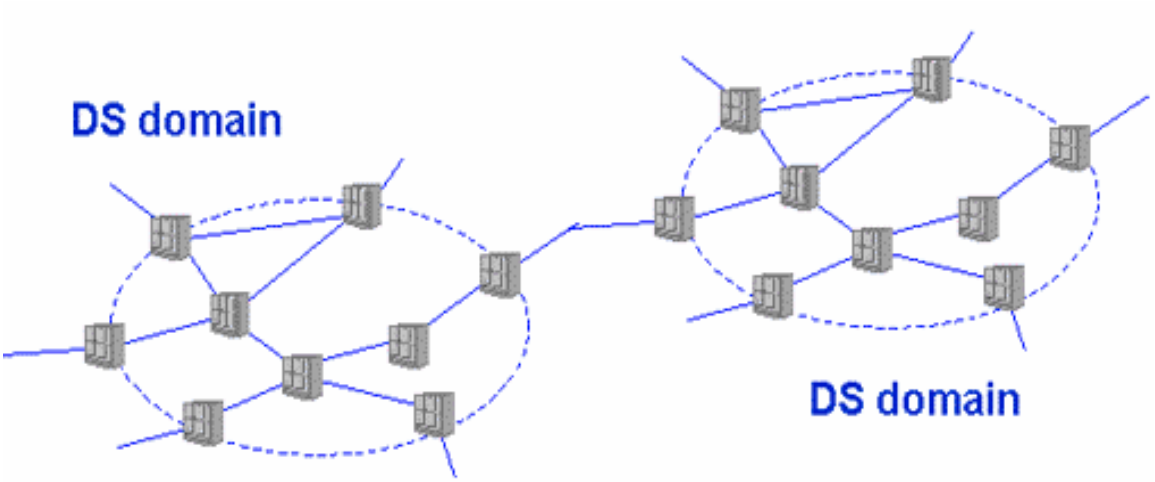
Quando há solicitação de um fluxo, o BB é um componente que verifica a disponibilidade de recursos e a autorização do cliente para a conexão dentro do domínio QoS.

Se encarrega também de fazer as alocações necessárias para a comunicação dentro do seu domínio e solicita ao BB adjacente , caso o pedido seja para fora do domínio.

Esse processo de solicitação de alocação de recursos é contínuo entre os BBs adjacentes até que se chegue ao domínio do receptor. Pode-se usar o RSVP para alocação de recursos entre BBs.

Cada controlador de banda possui uma tabela de políticas estabelecidas através da SLA (Service Level Agreement) que é consultada a cada solicitação de QoS para o BB, por parte dos BBs vizinhos ou de outros domínios.

O BB deve operar em intra-domínio (mesmo ambiente em que é oferecida a qualidade de serviço) e inter-domínio(ambientes diferentes). Sendo limitado pelas políticas, que dizem quais usuários podem usar e quanto dos recursos do seu domínio.

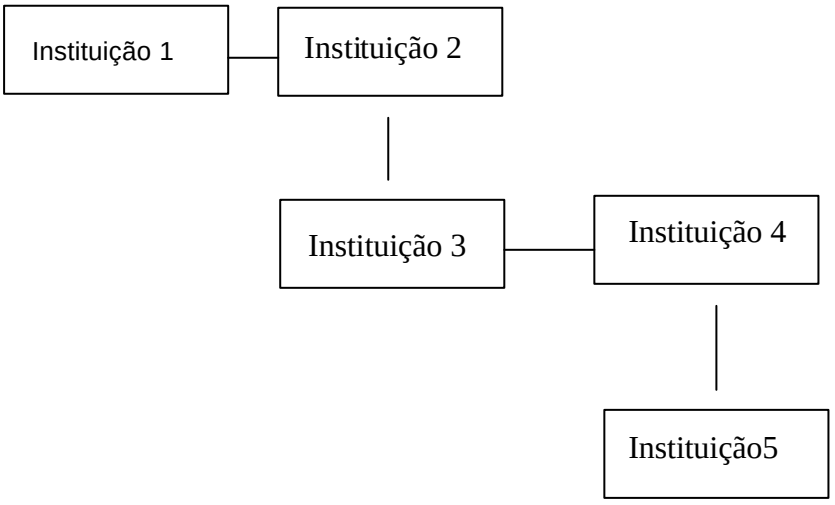


Um exemplo de tabela estabelecida pela SLA, que é consultada pelos BBs, pode ser da seguinte forma:

PARCEIRO	***REGRA***	***TOTAL DE BANDA***	***TOTAL DE USO***
Instituição 3	< 50 OK	100K	0
Instituição 1	ASK	100K	20K

Por exemplo a instituição 1 quer transmitir voz para instituição 5.

Caso esta tabela esteja em algum domínio entre esses dois, por exemplo, instituição2, qualquer solicitação para a instituição3, que exija menos de 50Kbps é aceita sem a necessidade prévia de consulta ao BB-Instituição 1. Enquanto que solicitações para instituição1 precisam sempre de uma consulta ao BB-instituição 2.



O ***QBone*** , órgão regulamentador da ***Internet2***, sugere que o BB seja capaz de executar tais funções :

- *meio pelo qual uma aplicação ou roteador possa notificar uma requisição de banda .*
- *responder para a aplicação ou roteador depois de ter configurado os roteadores para a requisição da QoS.*
- *rejeitar a solicitação de banda*
- *reconfigurar roteadores*
- *manipular aplicações que finalizam o uso de uma faixa de banda e torná-la disponível.*

É responsabilidade também do controlador de banda configurar os PHBs nos roteadores. PHB é um comportamento de repasse que direciona os pacotes para filas específicas de acordo com suas prioridades, estabelecidas pela SLA.

Pode existir mais de um BB atuando num mesmo domínio, porém só um deles pode ser responsável pela comunicação entre BBs de domínios adjacentes. Internamente, o BB se comunica com os usuários ou BBs de suas sub-redes. Onde a comunicação é, basicamente, para receber requisições e processá-las. Já com os roteadores os BBs precisam estabelecer comunicação para efeitos da configuração e gerência.

3.3.1- PROCESSO de SINALIZAÇÃO dos BBs

Quando tratamos de domínios diferentes, todos os BBs do caminho precisam ser consultados da requisição que foi feita.

Entre os BBs, temos processos de sinalização para alocarmos recursos. Existem dois tipos de sinalização: sinalização fim-a-fim e a sinalização com resposta imediata. Pode também ser usada uma combinação dos dois processos de sinalização.

1. SINALIZAÇÃO FIM-A-FIM:

Os BBs são consultados um a um ao longo do caminho, antes que o usuário, que solicitou o recurso, seja informado do resultado.

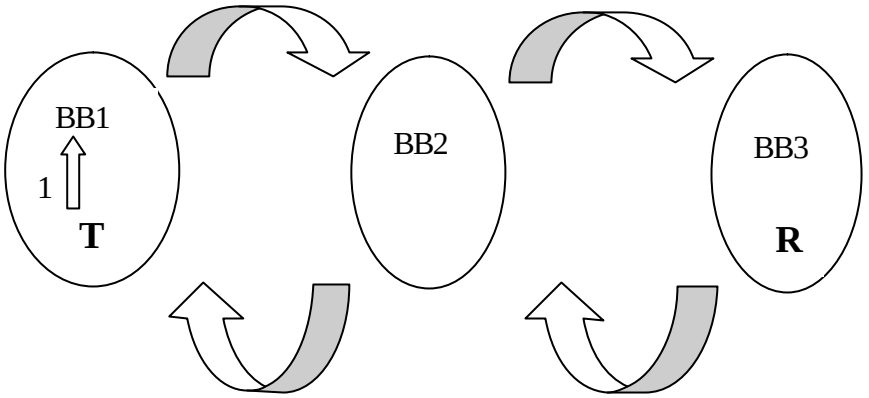


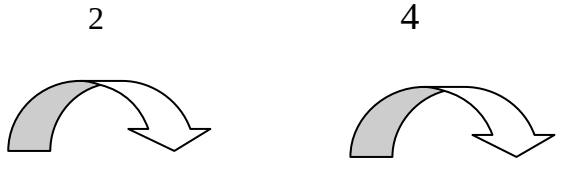
Figura 2

Procedimentos de sinalização:

1- **T** consulta seu BB1 de acordo com a requisição feita.
2- B1 consulta BB2, que é o controlador de banda de um domínio adjacente ao BB1, também de acordo com a requisição.
3- BB2 faz com BB3 o mesmo procedimento que BB1 faz com BB2.
4- BB3 responde que a requisição foi aceita.
5- BB2 responde ao BB1 e este informa ao **T** que tudo está ok, permitindo, então que a comunicação seja estabelecida.

Se houver algum erro no caminho, uma resposta é retornada do BB que "falhou", não sendo consultados os BBs subsequentes. (figura 2)

2. SINALIZAÇÃO COM RESPOSTA IMEDIATA:



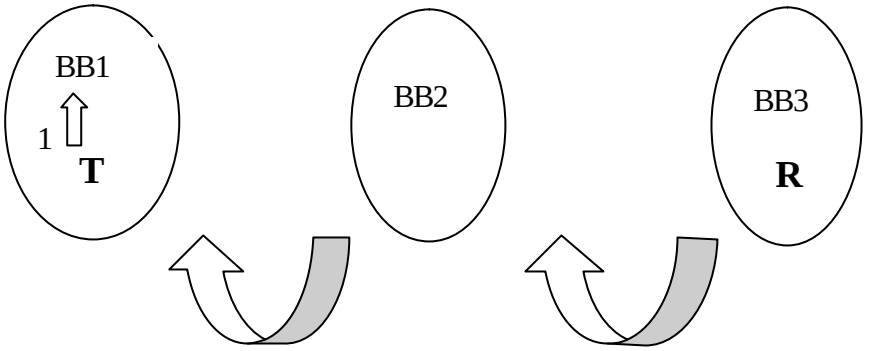


Figura 3

Procedimentos de sinalização: (figura 3)

1-**T** consulta seu BB1

2 - BB1 consulta BB2 de acordo com a requisição feita.

3 - BB2 responde imediatamente ao BB1 , que informa ao T que BB2 aceitou a requisição. Assim o usuário passa a transmitir seus dados antes que o BB2 sinalize para o BB3.

4 - BB3 é consultado por BB2.

5 - BB3 informa ao BB2 que a requisição feita pode ser atendida.

6 – BB2 informa ao BB1 que BB3 está ok.

Através do uso de mecanismos de classificação, policiamento, condicionamento e escalonamento serviços no ambiente DiffServ podem ser classificados como:

- Serviços assegurados – para clientes que precisam de segurança para seus provedores de serviços no momento que haja um congestionamento e aplicações que exigem maior confiabilidade do que a oferecida pelo ”best effort”.

- Serviços premium – aplicações que exijam serviços com baixo atraso e baixo jitter(variação de atraso).

O DiffServ define somente o campo DS e PHBs. É responsabilidade dos ISPs (Internet Service Provider) decidirem quais serviços fornecer.

3.4 – DESVANTAGENS do DiffServ

- Os serviços diferenciados dão segurança ao desempenho das aplicações somente em termos relativos, isto é, é mais seguro aquele que foi determinado que tem maior prioridade.

- Esquemas de prioridade relativa garantem que uma aplicação gerando tráfego de determinada prioridade terá melhor desempenho que outra gerando tráfego de menor prioridade .

Entretanto , dependendo da carga da rede, ambas as aplicações podem ter um desempenho muito aquem do que suas reais necessidades.

CONCLUSÃO

As operações de classificação, policiamento e condicionamento dentro do DiffServ, são necessárias somente nos limites da rede , ou seja, nos “edge devices”(dispositivos de borda).

Logo os roteadores núcleo necesitam apenas implementar classificações de repasse, não consumindo tanto processamento nos roteadores quanto no IntServ, onde todos roteadores, deste modelo, têm que utilizar classificação, condicionamento e escalonamento.

Outro ponto a favor do DiffServ é que temos um número limitado da classes de seviços, indicadas pelo DS Field.

Desde que o serviço é alocado a quatidade de informação de estado é proporcional ao número de classes, consumindo menor espaço nos buffers dos roteadores.Ao contrário do que acontece no IntServ, onde a quantidade de informação de estado á proporcional ao número de fluxos, este aumentando de acordo com os dados que trafegam na rede.

Logo, dependendo do tipo de serviço e da rede que este será implantado, o DiffServ é o modelo mais apropriado para o uso da Qualidade de Serviço, pelo baixo consumo dos seus roteadores.

REFÊRENCIAS

- "Qualidade de Serviço na Internet", Ana Paula Silva dos Santos,News Generation,novembro de 1999. *http: www.rnp.br/newsgen/9911/qos.shtml*

- " O Controlador de banda ", Ana Paula Silva dos Santos,News Generation, maio de 2000, *http: www.rnp.br/newswgen/0005/bb.shtml*

- "Qualidade de Serviço em VoIP- Parte I",Adailton J.S.Silva, News generation, maio de 2000. *http: www.rnp.br/newsgen/0005/qos_voip1.shtml*

- "O protocolo RSVP e o desempenho das aplicações multimídia".Ana Luísa Pereira Schimidt, News Generation,maio de 2000. *http: www.rnp.br/newsgen/0005/rsvp.shtml*

- " Perspectivas sobre qualidade de serviço nos protocolos da internet-Estudo de caso. Aplicações de vídeo sob demanda.", Aline C.Viana, Anibal S. Jukemura,Daniela A. Xavier, Kleber Cardoso,News Generation, julho de 2000. *http: www.rnp.br/newsgen/0007/art1.shtml*

- *"QoS Protocols & Architectures"-white paper.*
  http://www.qosforum.com/white-papers/qosprot_v3.pdf

- http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/qos.htm#25991

- http://www.coritel.it/projects/slides/Qos/sld090.htm