

Arquitetura Híbridas de QoS em Redes IP

Adelmo Jerônimo Silva¹, M. A R. Dantas²

¹Departamento de Engenharia Elétrica – Laboratório de Engenharia de Redes
(UnB/ENE/LabRedes) – Universidade de Brasília
Av.L3 Norte – FT – ENE – LabRedes – Sala B1-01 – Asa Norte – CEP:70910-900 –
Brasília-DF – Brasil

²Departamento de Informática e Estatística (INE) – Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC)
Caixa Postal 476 – Trindade – Florianópolis – SC – 88040-900 – Brasil

adelmo.silva@g8networks.com.br, mario@inf.ufsc.br

Abstract. *In this article we tackle the enhancement of applications quality in IP networks. The IETF (Internet Engineering Task Force) has already proposed some standard which became QoS (Quality of Service) architectures. The goal of this paper is to present effects in using simultaneously two standards approaches of the IETF. Therefore, we have realized some simulations considering the DiffServ and MPLS paradigms. Our experimental results indicate that these two approaches can produce in a complementary fashion improvements for the peer-to-peer quality.*

Resumo. *Neste artigo abordamos a melhoria da qualidade das aplicações em redes IP. O IETF (Internet Engineering Task Force) já padronizou algumas propostas que se tornaram arquiteturas de QoS (Quality of Service). Nosso objetivo neste artigo é apresentar um estudo dos efeitos de se utilizar simultaneamente algumas dessas abordagens já padronizadas pelo IETF. Com este objetivo realizamos algumas simulações com redes IP habilitadas para tratamento de serviços diferenciados (DiffServ) em conjunto com o MPLS (Multiprotocol Label Switching). Nossos resultados indicam que o DiffServ e o MPLS são duas tecnologias que se complementam e em conjunto produzem melhorias interessantes na qualidade de serviço fim-a-fim.*

1. Introdução

Atualmente, as redes IP são as mais utilizadas para prover serviços. A Internet é a maior rede IP em atividade, onde estão conectados milhões de computadores em todo o mundo. Em adição, existe uma tendência de crescimento sem precedentes, tanto em número de usuários como em número de serviços oferecidos [11]. Por causa do crescimento acentuado, um dos principais problemas das redes IP vem sendo a questão do compartilhamento dos recursos [6]. Como pacotes entram na rede de forma assíncrona, dois ou mais pacotes podem entrar em um nó exatamente ao mesmo tempo e serem destinados à mesma saída. Este fato caracteriza a disputa pela capacidade de processamento do nó, uma vez que estes pacotes não serão tratados simultaneamente e alguns terão que esperar até os anteriores sejam processados. Se o tráfego exceder a capacidade de rede e processamento do nó por um tempo maior, então filas serão formadas e pacotes terão que ser bufferizados, ou até mesmo descartados.

O estágio atual de utilização da Internet, tem uma vasta gama de aplicações, todas com diferentes requisitos para seu perfeito funcionamento. Por outro lado, tem sido verificada uma evolução continua nos meios físicos de transmissão onde já é possível se atingir taxas de transmissão da ordem de Mbytes/segundo com uma latência da ordem de μ segundos. Diferentes aplicações que utilizam imagem, vídeo, voz, gráficos e textos convivem na rede, todavia cada qual deve utilizar a rede da uma melhor possível de uma maneira diferenciada.

Neste artigo, apresentamos um estudo cuja abordagem é orientada a melhoria da qualidade das aplicações em redes IP. Desta forma, realizamos algumas simulações com redes IP habilitadas para tratamento de serviços diferenciados (DiffServ) em conjunto com o MPLS (*Multiprotocol Label Switching*). Para apresentação de nosso trabalho de pesquisa o artigo foi organizado da seguinte forma: o ambiente de rede IP é discutido e alguns de seus novos esforços são introduzidos na segunda seção; na terceira seção apresentamos nossa proposta de configuração para estudo através das simulações; o modelo e os resultados experimentais são ilustrados na seção quatro; finalmente na seção cinco apresentamos nossas conclusões e algumas sugestões de trabalhos que podem considerados como continuação da presente pesquisa.

2. O Ambiente de Rede IP

Enquanto a Internet só dispunha de aplicações simples, a demanda era bem atendida pelo nível de qualidade oferecido. O crescimento acentuado da Internet nos últimos anos e o seu constante amadurecimento motivaram o surgimento de novas aplicações distribuídas, com grande necessidade de largura de banda e restrições de retardo. Assim, outras classes de serviços com diferentes prioridades e necessidade de recursos passaram a ser demandas gerando a necessidade de melhoramentos no tipo de serviço oferecido. Desta observação surgiu a idéia do paradigma conhecido como *qualidade de serviço* (QoS). Em uma rede com QoS pode-se ajustar a mesma para oferecer desempenhos específicos para diferentes classes de serviços.

Para atender a demanda por QoS na Internet, a comunidade científica está empenhada em pesquisas de desenvolvimento de novos mecanismos de suporte a aplicações avançadas. Alguns mecanismos já foram propostos e estão em fase de testes e padronização. Dentre inúmeros esforços, as iniciativas do IETF (*Internet Engineering Task Force*) são aqueles que tem apresentado um melhor conjunto de soluções para mecanismos de controle de QoS. Estas soluções são consideradas basicamente em quatro abordagens [7]: classificação do tráfego por priorização (*DiffServ*); e reserva prévia de recursos (*IntServ*); melhoramento do encaminhamento (MPLS) e melhoramento das técnicas de roteamento (QoSRR).

O objetivo do nosso trabalho é fazer um estudo sobre as abordagens DiffServ e MPLS, tentando identificar as melhores características de cada técnica. Nosso esforço visa entender se é possível uma solução única com contribuição de todas as abordagens. É importante compreender se os dois paradigmas podem contribuir para melhoria das aplicações com um serviço diferenciado fim-a-fim.

Na abordagem *DiffServ* o tráfego da rede é dividido em categorias conforme a prioridade de cada aplicação e os recursos são divididos de acordo com o critério de política de administração da rede. Os mecanismos de encaminhamento de pacotes e tratamento de filas dão tratamento preferencial a pacotes cujas aplicações são identificadas como tendo requisitos mais exigentes, ou seja, encaminham os pacotes de forma diferenciada. Por esta razão, os estes esforços são chamados de *serviços diferenciados*. O tratamento diferenciado dos pacotes se dá através do agrupamento em categorias de tráfego denominadas classes. Uma classe pode conter um único fluxo, ou a agregação de múltiplas instâncias de fluxo. Tratamento diferenciado nos pacotes pode ser empregado na criação de serviços. Um serviço está associado às necessidades das aplicações como largura de banda, atraso, jitter e taxa de perda de pacotes.

Por outro lado, a abordagem conhecida como *MPLS (Multiprotocol Label Switching)* é considerada mais como uma ferramenta de engenharia de tráfego que uma arquitetura QoS. O MPLS utiliza um *label* (etiqueta ou rótulo) que marca um caminho previamente estabelecido por onde um determinado pacote deve seguir na rede. O *label* é uma informação de tamanho fixo colocada no cabeçalho dos pacotes de dados entre as camadas 2 (enlace) e 3 (rede) do modelo OSI. Este fato permite diminuir o tempo de processamento gasto pelos roteadores na consulta de tabelas de rotas para encaminhar de datagramas.

3. Proposta de Configuração

Embora sejam verificadas algumas características comuns entre as abordagens *DiffServ* e *MPLS*, muitas de suas características são complementares. Em adição, estas propostas foram concebidas para solucionar problemas distintos, todavia é possível combiná-las em uma única arquitetura híbrida visando a melhoria de resultados à implementação de QoS fim-a-fim.

Para se atingir um grau de satisfação na QoS fim-a-fim é importante que se faça uma distinção entre as funções das abordagens envolvidas para facilitar a compreensão de como estas podem interagir. Um outro cuidado a ser verificado é a utilização da configuração propriamente dita. Para um melhor entendimento da nossa pesquisa a utilização de ambiente real de rede poderia significar algumas imprecisões nas observações, uma vez que ficaria impossível o controle de toda a rede. Assim, decidimos optar pela execução de simulações que pudessem responder nossas entradas de uma forma mais precisa e assim melhor entender as relações do ambiente híbrido. Em outras palavras, a intenção do nosso trabalho é simular uma rede IP com as arquiteturas *DiffServ* e *MPLS* em conjunto. Semelhante a outros trabalhos de pesquisa ([8] [9] [10]) acreditamos que esta decisão é acertada, pois compreender a interação entre diversos parâmetros que podem ser depois aplicados em um caso real.

4. Topologia e Resultados Experimentais

A topologia escolhida para implementação da simulação é a mostrada na figura 1. A configuração escolhida teve com base as observações de contexto teórico das abordagens

dos serviços diferenciados e MPLS. Utilizamos para simulação o pacote de software *Network Simulator* (versão 2.1b9).

Em nossa topologia existem dezesseis fontes de tráfego, sendo que cada quatro fontes (f1, f2, f3 e f4) entram em um dos quatro nós (s1, s2, s3 ou s4) existentes ainda fora do domínio MPLS/DiffServ. Esses quatro nós são ligados à dois roteadores limítrofes (LSR1 e LSR6) através de enlaces de 100Mbps e cuja latência física é de 1ms. Os pacotes atravessam a rede, sendo encaminhados pelos LSRs (*Label Switch Routers* da rede MPLS), conforme o protocolo de roteamento e chegam a dois outros roteadores (LSR2 e LSR8) limítrofes que funcionam como elementos egressos para a rede MPLS/DiffServ.

Os elementos egressos entregam os pacotes a quatro nós receptores (d1, d2, d3 ou d4) e deste ponto são encaminhado às suas respectivas aplicações receptores. Há três caminhos possíveis para cada pacote gerado. Por exemplo, um fluxo gerado no nó s1 pode seguir três caminhos para chegar a um nó destino d4 (LSR1_LSR2_LSR3_LSR5_LSR8_d4, LSR1_LSR4_LSR5_LSR8_d4, ou LSR1_LSR4_LSR6_LSR7_LSR8_d4).

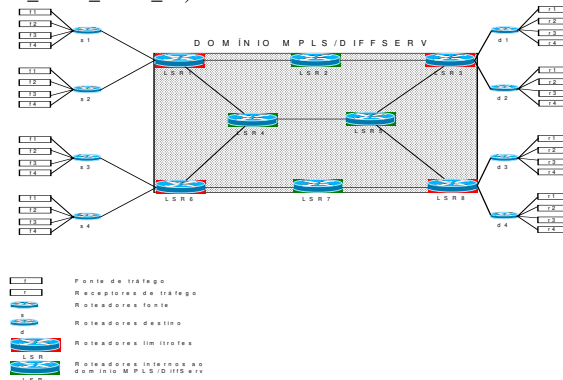


FIGURA 1: TOPOLOGIA FÍSICA DA SIMULAÇÃO

Como resultado podemos mostrar gráficos de parâmetros QoS retirados das simulações realizadas sobre a topologia da figura 1, porém com a rede implementando diferentes arquiteturas de qualidade de serviço e engenharia de tráfego tendo como tráfego fontes cbr que são similares à tráfegos multimídia e fontes ftp que, neste caso representam o tráfego TCP.

Primeiramente foi realizada uma simulação onde todos os roteadores implementam o modelo *best-effort* com tratamento de fila *drop-tail* (ou FIFO). O gráfico da figura 2 mostra que o throughput médio é bem baixo, principalmente para o tráfego TCP. Isso ocorre porque o tráfego UDP (tipicamente mal comportado) *rouba* banda do tráfego TCP (tipicamente bem comportado). Desta forma, todos os parâmetros indicam queda da qualidade de serviço da rede.

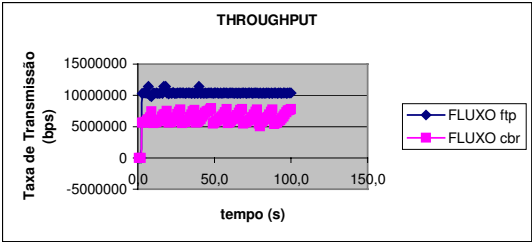


Figura 2: Variação do throughput dos fluxo cbr e ftp para rede sem QoS

A figura 3 apresenta o resultado da segunda simulação, onde foram realizados testes na rede da figura 1, porém com MPLS habilitado. Nesse caso dá pra notar uma pequena melhoria no throughput médio. Isso se deve ao fato de que a tecnologia MPLS roteia os pacotes mais rapidamente que as redes IP convencionais.

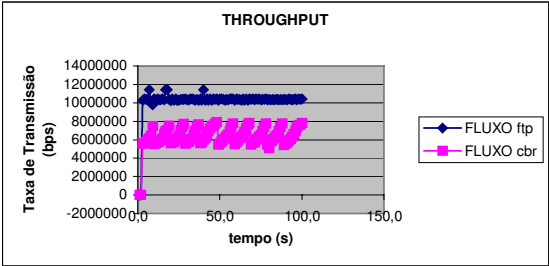


Figura 3: Variação do throughput dos fluxos cbr e ftp na rede MPLS

A figura 4 mostra os resultados da terceira simulação, os testes realizados na rede da figura 1, porém agora com mecanismos de serviços diferenciados habilitados. O gráfico mostra uma grande melhoria no tráfego cbr, uma vez que este tráfego foi classificado como serviço prioritário na rede DiffServ.

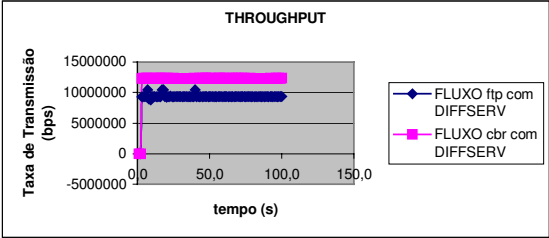


Figura 4: Variação do *throughput* dos fluxos *cbr* e *ftp* na rede *DiffServ*

Finalmente a figura 5 ilustra as medições para uma rede com MPLS e serviços diferenciados habilitados simultaneamente. Esse gráfico apresentou os melhores resultados em termos de qualidade de serviço. Isso mostra a viabilidade de usar as duas tecnologias simultaneamente numa rede IP.

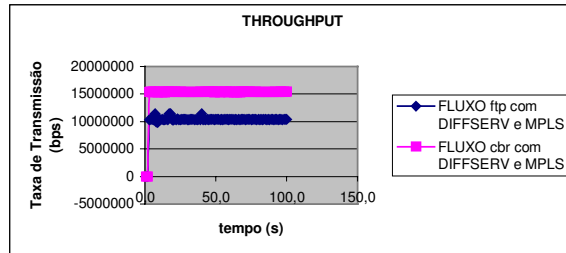


Figura 5: Variação do throughput dos fluxos cbr e ftp na rede DiffServ para rede com backbone MPLS/DiffServ

5. Conclusões

Neste artigo apresentamos simulações que nos mostraram a viabilidade e as vantagens que trazem a implementação das arquiteturas *DiffServ* e MPLS em conjunto. Neste sentido, para nossa análise de desempenho foi tomada como base as redes IP convencionais e aqueles com os mecanismos *DiffServ* e MPLS. Nossos experimentos indicam que atingimos com sucesso nossa proposta inicial de estudo de facilidades complementares para uma abordagem de qualidade de serviço fim-a-fim.

Referências

- [1] Behrouz A., *TCP/IP Protocol Suite* Book News, Inc., Portland, 1999
- [2] Davie, B., *MPLS Technology and Applications – 1st Edition*, Morgan Kaufmann Publishers, 2000.
- [3] Vegesna, S., *IP Quality of Service*, Cisco Press, 2002.
- [4] JSMNet Networking reviews, *Qualidade de Serviço em Redes TCP/IP*, http://www.jsmnet.com/Downloads/ReviewsJSMNet1_1.zip, Maio 2003
- [5] Santiago, F., *Um ambiente de Simulação de Serviços Integrados e Diferenciados*, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2001.
- [6] Osborne, E., *Engenharia de Tráfego com MPLS*, Cisco Press, 2003.
- [7] Santana, G. e Dantas, M., *Hybrid Quality of Service Architectures for IP Networks*, Universidade de Brasília, 2001.
- [8] Horlait, E., Rouhana, N., *Differentiated Services and Integrated Services Use of MPLS*, <http://www.computer.org/proceedings/iscc/0722/07220194abs.htm> 2003.
- [9] Law, R., Raghavan, S., *DiffServ and MPLS – Concepts and Simulation* http://saturn.acad.bg/bis/pdfs/04_doklad.pdf, Abril/2003.
- [10] Ahn, G., Chun, W., *Design and Implementation of MPLS Network Simulator Supporting LDP and CR-LDP* http://flower.ce.cnu.ac.kr/~fog1/mns/mns1.0/MNS_v1.0_arch.pdf, Abril/2003. <http://keskus.hut.fi/tutkimus/imelio/papers/qosr/spects2001.pdf>, Abril/2003.
- [11] Internet Software Consortium, *Internet Domain Survey*, July 2002, <http://www.isc.org/ds>