

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE INFORMÁTICA

CIn

Um Protocolo de Controle e Mapeamento de QoS Interdomínios

por

MAURO MARGALHO COUTINHO

Dissertação apresentada ao Centro de
Informática da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Ciência da
Computação.

Profa. Judith Kelner

Orientadora

Recife, Junho de 2000.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me proteger e me iluminar nas horas difíceis. Rogo a ele que me permita usar os conhecimentos aqui adquiridos para ajudar outras pessoas com o meu trabalho.

Gostaria também, neste espaço, de agradecer e prestar uma homenagem a um grupo de pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, viabilizaram meu curso de mestrado, dentre as quais:

Minha esposa Lia, por ter me apoiado, incansavelmente, não deixando que eu fraquejasse um minuto sequer.

Meus pais, pela educação, carinho e apoio que sempre me deram.

A minha orientadora, Profa. Judith Kelner, pelo apoio.

Em especial ao meu professor, conselheiro e amigo Djamel Sadok.

A Universidade da Amazônia, UNAMA , por acreditar e investir no meu potencial.

A Assembléia Legislativa do Estado do Pará, ALEPA, por me liberar temporariamente das atividades funcionais sem o que este curso seria inviável.

A todos os colegas pela receptividade carinhosa, colaboração, amizade e união.

Obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração desta dissertação.

Resumo

Diversas propostas de arquiteturas que buscam implementar Qualidade de Serviço na Internet (QoS) têm sido apresentadas recentemente [Xia99]. Dentre outras, destacam-se Serviços Integrados (IntServ), Serviços Diferenciados (DiffServ), Multiprotocol Label Switching (MPLS), Roteamento com QoS e Engenharia de Tráfego. A heterogeneidade das diversas propostas traz um novo problema: Como garantir a interoperabilidade entre domínios com diferentes arquiteturas sem degradar a qualidade na transmissão fim a fim? Esta dissertação propõe um protocolo de mapeamento dinâmico interdomínios que permite a conversão, sem perdas significativas, baseada em requisitos da aplicação armazenados nos NR's (Negociadores de Recursos).

Abstract

Different architectures have recently been proposed in order to provide Quality of Service in the Internet (QoS)[Xia99]. These include, Integrated Services (IntServ), Differentiated Services (DiffServ), Multiprotocol Label Switching (MPLS), QoS Routing and Traffic Engineering. The possible deployment of a wide range of QoS architectures introduces a QoS related interoperability problem: How to guarantee the internetworking between domains with different architectures without degrading the end-to-end quality of service?

This dissertation proposes a new protocol for the dynamic inter-domain mapping of QoS that allows QoS flows to be adjusted and maintained across

new domains based on applications requirements stored in RN's (Resources Negotiators).

Sumário

Capítulo 1	Introdução.....	08
1.1	Qualidade de Serviço na Internet	09
1.2	Caracterização do Problema	10
1.3	Estrutura Geral da Dissertação	11
Capítulo 2	O Estado da Arte em Qualidade de Serviço	12
2.1	Soluções de QoS Analisadas	13
2.1.1	Serviços Integrados (IntServ)	13
2.1.2	Protocolo de Reserva de Recursos (RSVP)	15
2.1.3	Serviços Diferenciados (DiffServ)	19
2.1.3.1	O PHB AF	21
2.1.3.2	O PHB EF	22
2.1.3.3	Provisionamento	25
2.1.4	Engenharia de Tráfego (TE)	26
2.1.5	Protocolo de Encaminhamento Baseado em Rótulos (MPLS)	27
2.1.6	Roteamento Baseado em Restrições	29
2.2	Protocolo de Gerenciamento de Políticas (COPS)	30
2.3	Internet2.....	32
2.3.1	Backbone com QoS (QBONE)	37
2.4	Modelo para Operar Redes de Serviços Integrados sobre Serviços Diferenciados.....	37
2.5	Considerações Específicas.....	40
Capítulo 3	Especificação da Arquitetura do Protocolo	41
3.1	Suporte QBone para comunicação entre Domínios	42
3.2	Negociadores de Recursos (NR)	43
3.3	Especificação da Arquitetura do Protocolo de Mapeamento	43
3.3.1	Monitorização Dinâmica de Fluxos	44
3.3.2	Negociação entre Domínios Heterogêneos	46

3.3.3	Arquitetura Interna do Negociador de Recursos	47
3.3.4	Manutenção das Tabelas PPT e FRT.....	48
3.4	Descrição Seqüencial do Processo de Mapeamento....	50
3.5	Considerações Específicas.....	51
Capítulo 4	Estudo de Caso	53
4.1	Descrição Geral	54
4.2	Cenário I - Mapeando IntServ em um Domínio DiffServ	54
4.2.1	Mapeamento IntServ-DiffServ	55
4.2.2	Mapeamento DiffServ-IntServ	56
4.3	Cenário II - Mapeando DiffServ em um Domínio MPLS .	56
4.3.1	Mapeamento DiffServ-MPLS	57
4.3.2	Mapeamento MPLS-DiffServ	57
4.4	Considerações Específicas.....	58
Capítulo 5	Avaliação de Desempenho	59
5.1	Objetivo	60
5.2	Definição do Sistema	60
5.3	Topologia	60
5.4	Métricas	63
5.5	Parâmetros e Fatores	63
5.6	Técnica de Avaliação	63
5.7	Carga de Trabalho	64
5.8	Resultados	66
5.8.1	Susceptibilidade à Adição de Novos Fluxos	71
5.9	Considerações Específicas.....	72
Capítulo 6	Conclusões	73
6.1	Contribuições	74
6.2	Trabalhos Futuros	75
Capítulo 7	Referências Bibliográficas	77
7.1	Livros e Periódicos	78

7.2 Request for Comment (RFCs) e Internet Drafts	79
7.3 Web Sites	81

Apêndice A Network Simulator

Apêndice B Glossário

Lista de Figuras

Figura 2.01 Roteador IntServ	14
Figura 2.02 Tráfego sem Reserva	15
Figura 2.03 Tráfego com Reserva	15
Figura 2.04 Módulos RSVP	17
Figura 2.05 Agregação de Reservas	17
Figura 2.06 Processo de Negociação de Reservas RSVP.....	19
Figura 2.07 Lay-out do IP/TCP	20
Figura 2.08 Balde de Fichas	24
Figura 2.09 PHB EF	25
Figura 2.10 MPLS	28
Figura 2.11 Transações COPS em RSVP	31
Figura 2.12 Sinalização RSVP em Domínio DiffServ	38
 Figura 3.01 Bandwidth Brokers	 42
Figura 3.02 Monitorização e Marcação Dinâmicas de Fluxos	45
Figura 3.03 Lay-Out da Mensagem usada na Sinalização.....	49
Figura 3.04 Mapeamento Passo a Passo.....	50
 Figura 4.01 Cenário de Mapeamento IntServ / DiffServ	 54
Figura 4.02 Cenário de Mapeamento DiffServ / MPLS	56
 Figura 5.01 Topologia da Rede Nacional de Pesquisa	 61
Figura 5.02 Topologia Utilizada na Simulação	62

Lista de Tabelas

Tabela 2.01	Proposta de Codificação para o PHB AF	22
Tabela 3.01	Parametrização Segundo Requisitos de QoS	46
Tabela 3.02	PPT (Policy Parameterization Table)	47
Tabela 3.03	FRT (Flow Requirements Table)	48
Tabela 3.04	Comparativo entre Modelos de Mapeamento Interdomínios.	52
Tabela 5.01	Fontes de Tráfego	64
Tabela 5.02	Mapa da Topologia	65

Lista de Gráficos

Gráfico 5.01	Monitorização de Vazão de Vídeo e Áudio sem o Mapeador	66
Gráfico 5.02	Monitorização de Vazão Média sem o Mapeador	67
Gráfico 5.03	Monitorização de Vazão de Vídeo e Áudio com o Mapeador	68
Gráfico 5.04	Monitorização de Vazão Média com o Mapeador	68
Gráfico 5.05	Monitorização de Vazão Média Fim a Fim	69
Gráfico 5.06	Monitorização de Atraso Médio Fim a Fim.....	69
Gráfico 5.07	Monitorização de Jitter Médio Fim a Fim.....	70
Gráfico 5.08	Inserção de Fluxos Adicionais	71

