

Eduardo Pastor Garnier

**Técnicas de Controle de Admissão
em ambiente DiffServ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
Programa de Pós-graduação em Engenharia
Elétrica

Rio de Janeiro
Abril de 2004

Eduardo Pastor Garnier

**Técnicas de Controle de Admissão em
ambiente DiffServ**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio

Orientador: Prof. João Célio Barros Brandão

Rio de Janeiro
Abril de 2004



Eduardo Pastor Garnier

Técnicas de Controle de Admissão em ambiente DiffServ

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. João Célio Barros Brandão

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica — PUC-Rio

Prof. Luiz Fernando Gomes Soares

PUC-Rio

Prof. Marco Antônio Grivet Mattoso Maia

PUC-Rio

Prof. Marcelo Roberto Baptista Pereira Luís Jimenez

PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 16 de Abril de 2004

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Eduardo Pastor Garnier

Ficha Catalográfica

Garnier, Eduardo

Técnicas de Controle de Admissão em ambiente Diff-Serv/ Eduardo Pastor Garnier; orientador: João Célio Barros Brandão. — Rio de Janeiro : PUC–Rio, Departamento de Engenharia Elétrica, 2004.

v., 99 f: il. ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

I. Brandão, João Célio Barros. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professores João Célio Barros Brandão pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Professor Marco Antônio Grivet, por ter fornecido a estrutura do Laboratório de redes do CETUC.

Ao Professor Marcelo Jimenez, pelo auxílio e pela paciência.

À CAPES pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Aos meus pais e irmãos por terem me ajudado em tudo que precisei.

Aos amigos Marcelo, Janaína, Luiz Henrique, Miguel, Robson, Tiago, Daniel, Sérgio, Luis Eduardo, Alexandre, Rodrigo, Mathias e Shor.

Resumo

Garnier, Eduardo; Brandão, João Célio Barros. **Técnicas de Controle de Admissão em ambiente DiffServ**. Rio de Janeiro, 2004. 99p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As disciplinas de Controle de Admissão constituem um recurso importante para a obtenção de Qualidade de Serviço em redes de comunicação. Nesse trabalho, é feito um estudo a respeito da aplicação do Controle de Admissão à Internet. Utilizando-se o software ns-2, é avaliado o desempenho de alguns desses mecanismos em cenários distintos e sob diversas condições de tráfego.

Palavras-chave

Controle de Admissão; Qualidade de Serviço; Internet; Serviços Diferenciados.

Abstract

Garnier, Eduardo; Brandão, João Célio Barros. **Admission Control techniques in a DiffServ environment**. Rio de Janeiro, 2004. 99p. MSc. Dissertation — Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Admission control disciplines are an important resource in the search for Quality of Service on communications networks. In this work, we study the Admission control applications on the Internet. Using the ns-2 networks simulation software, we evaluate the performance of some of these mechanisms on distinct scenarios, and under several circumstances and traffic conditions.

Keywords

Admission Control; Quality of Service; Internet; Differentiated Services.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Qualidade de serviço na Internet	12
1.2	Motivação	15
1.3	Organização da Dissertação	18
2	Mecanismos de Controle de Admissão	19
2.1	Algoritmos de alocação não-estatística	19
2.2	Algoritmos de alocação estatística	20
3	Controle de Admissão no ambiente DiffServ	31
3.1	Arquitetura DiffServ	31
3.2	Evolução das técnicas de Controle de Admissão	33
3.3	Controle de Admissão em DiffServ	35
4	Comparação de algoritmos	39
4.1	GRIP	39
4.2	Token	60
4.3	Análise comparativa das técnicas	77
5	Conclusão	87
A	Qualidade de serviço	89
B	Definições de QoS na tecnologia ATM	91
B.1	Categorias de serviço	91
B.2	Descritores de tráfego	92
B.3	Parâmetros de QoS	92
C	Intervalo de Confiança	93
	Referências Bibliográficas	95

Lista de figuras

1.1	Mecanismos de controle de tráfego	13
1.2	Qualidade X Eficiência	16
2.1	Modelo geral para análise dos algoritmos de Controle de Admissão	21
2.2	Curva de chegada limitando o fluxo de bits	24
2.3	Fluxos de chegada e de saída do nó N	25
2.4	Curva de serviço do nó N	26
2.5	Decisão de admissão por curvas de serviço	26
2.6	Medição de carga na rede baseada em Janelas de Tempo	27
3.1	Topologia DiffServ	32
3.2	Região DiffServ	33
3.3	Integração IntServ/DiffServ	37
4.1	Domínio DiffServ	41
4.2	Disciplina GRIP	42
4.3	Topologia simples utilizada nas simulações	43
4.4	Caracterização das fontes ON-OFF	44
4.5	GRIP-Utilização do enlace com tráfego CBR - Topologia 1	48
4.6	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego CBR - Topologia 1	48
4.7	Curva perda-carga do GRIP com tráfego CBR - Topologia 1	49
4.8	Fluxos admitidos pelo GRIP com tráfego CBR - Topologia 1	50
4.9	GRIP-Utilização do enlace com tráfego EXP - Topologia 1	51
4.10	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego EXP - Topologia 1	51
4.11	Curva perda-carga do GRIP com tráfego EXP - Topologia 1	52
4.12	Fluxos admitidos pelo GRIP com tráfego EXP - Topologia 1	52
4.13	GRIP-Utilização do enlace com tráfego MPEG - Topologia 1	53
4.14	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego MPEG-Topologia 1	53
4.15	Curva perda-carga do GRIP com tráfego MPEG - Topologia 1	54
4.16	Topologia com dois nós de entrada	55
4.17	GRIP-Utilização do enlace com tráfego CBR - Topologia 2	56
4.18	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego CBR - Topologia 2	56
4.19	Curva perda-carga do GRIP com tráfego CBR - Topologia 2	57
4.20	GRIP-Utilização do enlace com tráfego EXP - Topologia 2	57
4.21	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego EXP - Topologia 2	58
4.22	Curva perda-carga do GRIP com tráfego EXP - Topologia 2	58
4.23	GRIP-Utilização do enlace com tráfego MPEG - Topologia 2	59
4.24	GRIP-Taxa de perda de pacotes com tráfego MPEG-Topologia 2	59
4.25	Curva perda-carga do GRIP com tráfego MPEG - Topologia 2	60
4.26	Topologia com apenas um nó de núcleo	64
4.27	Topologia com vários nós de núcleo	64
4.28	Token-Utilização do enlace com tráfego CBR - Topologia 1	66
4.29	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego CBR - Topologia 1	66
4.30	Curva perda-carga do Token com tráfego CBR - Topologia 1	67
4.31	Fluxos admitidos pelo Token com tráfego CBR - Topologia 1	67

4.32	Token-Utilização do enlace com tráfego EXP - Topologia 1	68
4.33	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego EXP - Topologia 1	68
4.34	Curva perda-carga do Token com tráfego EXP - Topologia 1	69
4.35	Fluxos admitidos pelo Token com tráfego EXP - Topologia 1	69
4.36	Token-Utilização do enlace com tráfego MPEG - Topologia 1	70
4.37	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego MPEG-Topologia 1	70
4.38	Curva perda-carga do Token com tráfego MPEG - Topologia 1	71
4.39	Token-Utilização do enlace com tráfego CBR - Topologia 2	71
4.40	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego CBR - Topologia 2	72
4.41	Curva perda-carga do Token com tráfego CBR - Topologia 2	72
4.42	Token-Utilização do enlace com tráfego EXP - Topologia 2	73
4.43	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego EXP - Topologia 2	73
4.44	Curva perda-carga do Token com tráfego EXP - Topologia 2	74
4.45	Token-Utilização do enlace com tráfego MPEG - Topologia 2	75
4.46	Token-Taxa de perda de pacotes com tráfego MPEG-Topologia 2	75
4.47	Curva perda-carga do Token com tráfego MPEG - Topologia 2	76
4.48	Comparação entre GRIP e Token com tráfego CBR utilizando a topologia 1	77
4.49	Comparação entre GRIP e Token com tráfego EXP utilizando a topologia 1	78
4.50	Comparação entre GRIP e Token com tráfego MPEG utilizando a topologia 1	78
4.51	Comparação entre GRIP e Token com tráfego CBR utilizando a topologia 2	79
4.52	Comparação entre GRIP e Token com tráfego EXP utilizando a topologia 2	79
4.53	Comparação entre GRIP e Token com tráfego MPEG utilizando a topologia 2	80
4.54	Alocação de fluxos no GRIP com janela 0.05s - Topologia 1	82
4.55	Alocação de fluxos no GRIP com janela 0.5s - Topologia 1	82
4.56	Alocação de fluxos no Token com janela 0.05s - Topologia 1	83
4.57	Alocação de fluxos no Token com janela 0.5s - Topologia 1	83
4.58	Comparação do GRIP entre buffers com tráfego EXP utilizando a topologia 1	85
4.59	Comparação do GRIP entre buffers com tráfego EXP utilizando a topologia 2	85
4.60	Comparação do Token entre buffers com tráfego EXP utilizando a topologia 1	86
4.61	Comparação do Token entre buffers com tráfego EXP utilizando a topologia 2	86

Lista de tabelas

4.1	Configuração das fontes de tráfego	46
4.2	Exemplo de tabela de estados do token	62
4.3	Exemplo de tabela de estados do token atualizada	62

O homem se torna muitas vezes o que ele próprio acredita que é. Se insisto em repetir para mim mesmo que não posso fazer uma determinada coisa, é possível que acabe me tornando realmente incapaz de fazê-la. Ao contrário, se tenho a convicção de que posso fazê-la, certamente adquirirei a capacidade de realizá-la, mesmo que não a tenha no começo.

Mohandas K. Gandhi,