

# II Workshop do Projeto ReVir

## Tarefa T<sub>5</sub>: Seleção de Redes Virtuais com Base em SLAs

Rafael Lopes Gomes  
Edmundo M. R. Madeira  
Nelson L. S. da Fonseca

Laboratório de Redes de Computadores - LRC  
Instituto de Computação - IC  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

23/08/2012



# Agenda

- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto
- 4 Arquitetura Proposta
- 5 Experimentos
- 6 Conclusão

# 1 Introdução

## 2 Classificação de Tráfego

## 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto

## 4 Arquitetura Proposta

## 5 Experimentos

## 6 Conclusão

# Internet na Atualidade

- Internet cresceu e surgem novos requisitos de desempenho.
- Provedores de Internet (ISP) prestam serviços através de Acordos de Nível de Serviço (SLA).
- Internet do Futuro: consenso de que a Internet atual precisa ser atualizada.
- Redes Virtualizadas (VN): múltiplas redes lógicas sobre uma mesma infraestrutura física.
- A flexibilidade das VNs possibilita a negociação de recursos e protocolos.

# Princípios da Arquitetura Proposta

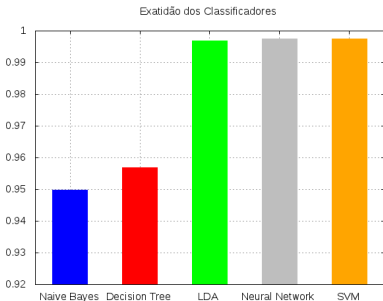
- Uma Arquitetura para Negociação (SLA) de Redes Virtualizadas na Internet do Futuro baseada em Classes de QoS.
- Utilização de técnicas de classificação de tráfego e virtualização.
- Classificação de tráfego para decidir por qual ISP enviar os dados de acordo com a classe de QoS que os dados se enquadram.
- Os ISPs usam virtualização de redes para assegurar os requisitos definidos no SLA.

- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego**
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto
- 4 Arquitetura Proposta
- 5 Experimentos
- 6 Conclusão

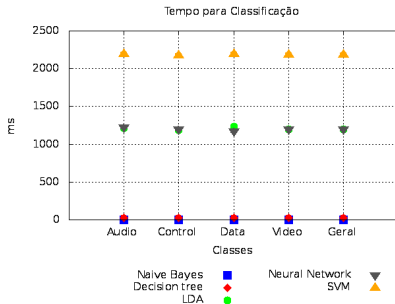
# Classificação de Tráfego

- Uso de técnicas de aprendizagem de máquina (ML) para determinar a qual classe de QoS um determinado pacote pertence.
- 4 Classes definidas: *Audio*, *Data*, *Control* e *Video*.
- Treinamento de diversos classificadores para determinar qual o mais adequado para o contexto do trabalho.
- Pacotes de diversas aplicações coletados.
- 5 técnicas de ML avaliadas: Naive Bayes, *Decision Tree*, *Linear Discriminant Analysis (LDA)*, *Neural Networks (NN)* e *Support Vector Machines (SVM)*

# Desempenho Geral dos Classificadores



(a) Exatidão



(b) Tempo para Classificação

- Escolha do Naive Bayes: menor tempo para classificação (5 ms) e 95% de Exatidão.

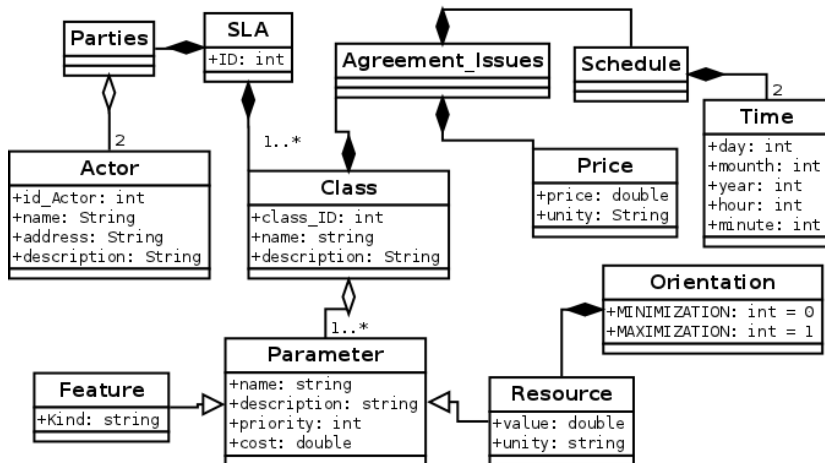


- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto**
- 4 Arquitetura Proposta
- 5 Experimentos
- 6 Conclusão

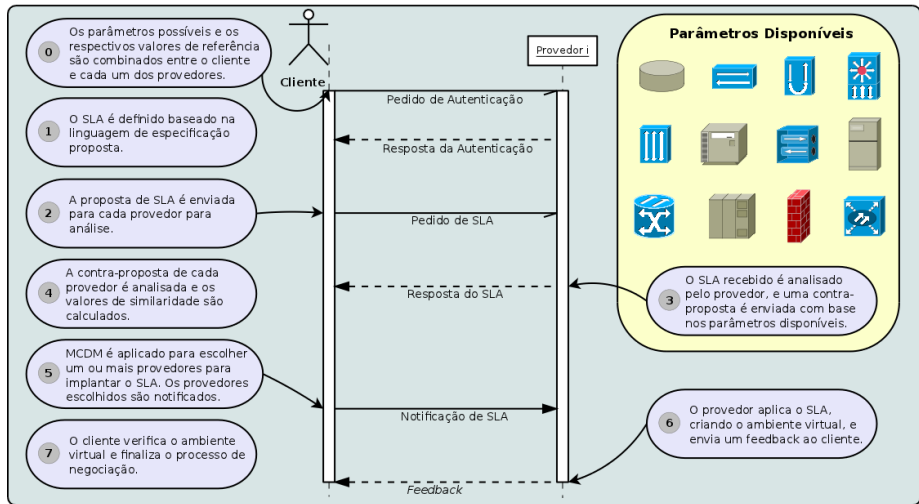
# Objetivos do Protocolo Proposto

- Habilidade de negociar os recursos de rede e a pilha de protocolo para a rede virtual negociada.
- Negociação de diversas classes (tipos de tráfego/aplicações).
- Técnicas de similaridade e métodos MCDM.
- Considera-se três critérios: preço, similaridade dos protocolos e a similaridade dos recursos de rede.

# Linguagem de Especificação Proposta



# Diagrama de Sequência



## Análise dos Parâmetros de QoS - Similaridade

- A similaridade é calculada de acordo com a métrica de QoS.

$$Sim_{max}(metric) = \frac{Value_{received}}{Value_{requested}} \quad (1)$$

$$Sim_{min}(metric) = \frac{Value_{requested}}{Value_{received}} \quad (2)$$

- Representa o montante requisitado que pode ser atendido pelo provedor: gera um valor entre 0 e 1.

# Análise dos Parâmetros de QoS - WSM

- Posteriormente, a similaridade final é calculada: uma função de soma ponderada é usada.
- Junto com a similaridade ( $Sim_i$ ) é considerada a prioridade configurada pelo usuário ( $\omega_i$ ).

$$Sim_{final} = \frac{(\sum_{i=1} \omega_i * Sim_i)}{(\sum_{i=1} \omega_i)} \quad (3)$$

## Análise da Pilha de Protocolo

- Aplicou-se técnicas de distância para variáveis categóricas/nominais, nosso contexto são tipos de protocolos.
- Precisa-se transformar essas categorias em um conjunto de *dummy variables* ( $dv$ ) que possuem valores binários.
- Como exemplo, considera-se dois tipos de protocolo: roteamento e endereçamento.
- Endereçamento possui dois valores IPv4 = 0 e IPv6 = 1.
- Roteamento possui três valores RIP = 0, OSPF = 1 e EIGRP = 2.

Endereçamento  $\{dv_1 = \{0, 1\}$

Roteamento  $\left\{ \begin{array}{l} dv_1 = \{0, 1\} \\ dv_2 = \{0, 1\} \end{array} \right.$  (4)

# Análise da Pilha de Protocolo

- Portanto, se o cliente requisitar os protocolos IPv6 e OSPF, tem-se  $(1,(0,1))$  como vetor de características.
- Da mesma forma, se o provedor possuir os protocolos IPv4 e RIP, tem-se  $(0,(0,0))$ .
- Para calcular a distância (similaridade) entre os objetos (vetores de características), calcula-se a distância para cada variável.
- Distancia *Unmatched*.



## Distância *Unmatched*

- A distância *Unmatched* é número de *dummy variables* (posições) diferentes na representação das variáveis dividido pelo número de *dummy variables*.

$$v_1 = (1, 1, 1, 0)$$

- Exemplo:  $v_2 = (0, 1, 0, 0)$

$$dist_{Unmatched} = \frac{2}{4} = 0.5$$

- Similarity:

$$Sim_{Unmatched} = 1 - dist_{Unmatched} \quad (5)$$

# Métodos MCDM

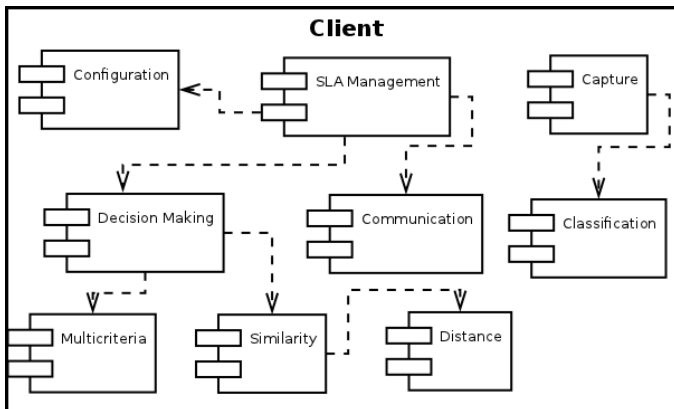
- Decidir qual provedor melhor retrata os requisitos definidos pelo cliente no SLA.
- Critérios: preço, similaridade dos protocolo e a similaridade dos recursos de rede.
- Qualquer MCDM pode ser usado, por exemplo os tradicionais métodos WSM, WPM e AHP.

- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto
- 4 Arquitetura Proposta**
- 5 Experimentos
- 6 Conclusão

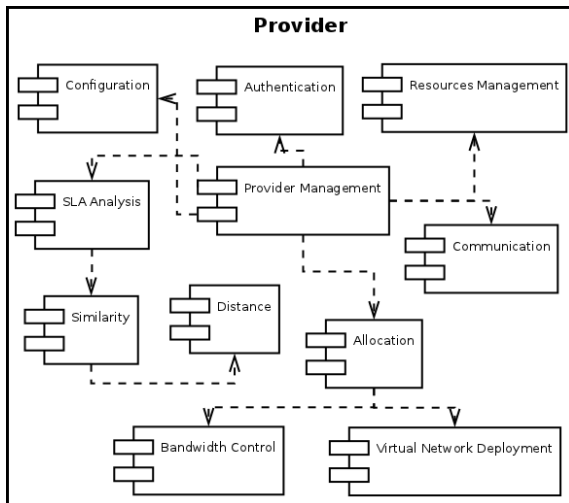
# Objetivos da Arquitetura

- Classificação dos fluxos (Cliente) ;
- Especificação do SLA (Cliente);
- Negociação: Análise dos Parâmetros (Cliente e Provedor);
- Escolha do provedor mais adequado (Cliente);
- Implantação das redes virtualizadas (Provedor);
- Encaminhamento do tráfego (Cliente).

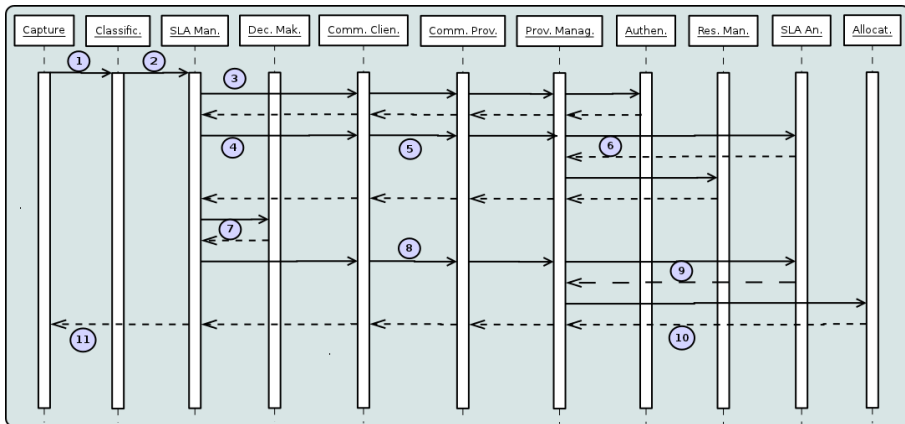
# Arquitetura do Cliente



# Arquitetura do Provedor



# Visão Geral do Funcionamento da Arquitetura Proposta



- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto
- 4 Arquitetura Proposta
- 5 Experimentos**
- 6 Conclusão



# Objetivos

Avaliar a arquitetura proposta sobre os aspectos:

- Capacidade de atender os parâmetros negociados no SLA.
- Escolha dos provedores para a implantação do SLA
- Capacidade de encaminhamento do agente de classificação.

Tecnologias:

- OpenFlow, Nox, FlowVisor e Mininet.

# Módulos usados para a avaliação da negociação

Módulo	Tipo	Ref.	Descrição	P1	P2	P3
<i>hub</i>	Encaminhamento	1	Camada 2	0	0	0
<i>switch</i>		2		10	20	10
<i>pyswitch</i>		3		10	20	10
<i>routing</i>		4		X	30	10
<i>flow migration</i>	Flow Migration	1	Migração de fluxos entre <i>switches</i>	50	X	X
<i>discovery</i>	Geral	1	Descoberta de <i>links</i>	10	10	10
<i>topology</i>		2	Manutenção da topologia	10	10	10
<i>authenticator</i>		3	Armazenamento de <i>hosts</i> ativos	10	10	10
<i>switch management</i>	Gerenciamento de <i>Switches</i>	1	Criação, modificação e remoção de fluxos	10	10	10
<i>snmp</i>		2		X	10	10
<i>statapp</i>	Estatísticas	3	Coleta estatísticas	20	X	20
<i>switchstats</i>		2		20	20	20
<i>monitoring</i>		1		X	20	20
<i>spanning tree</i>	Gerenciamento de <i>Loop</i>	1	Evita <i>loops</i>	30	30	30

# Recursos nos Provedores e os Passos do Cliente

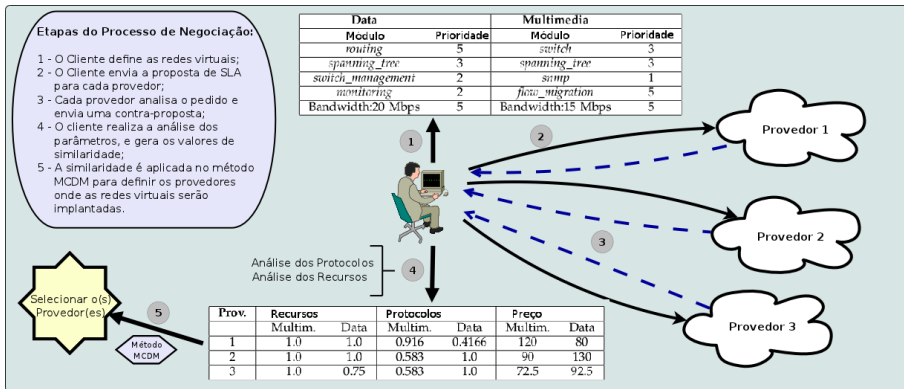
Tabela: Recursos Presentes nos Provedores

Largura de Banda	Provedor 1	Provedor 2	Provedor 3
Quantidade (Mbps)	40	40	30
Valor (por unidade)	2	2	1.5

Passos do Cliente:

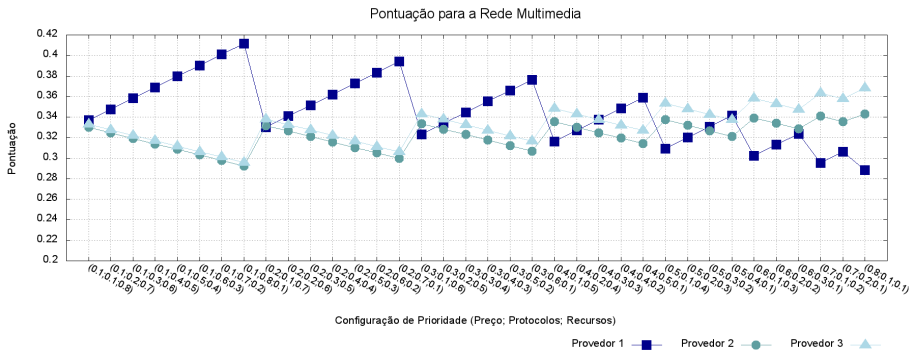
- 1 Especificação do SLA;
- 2 Envio da proposta;
- 3 Cada provedor envia uma contra-proposta;
- 4 Análise das contra-propostas: geração dos valores para os critérios;
- 5 Aplicação do método MCDM.

# Passos da negociação nos experimentos



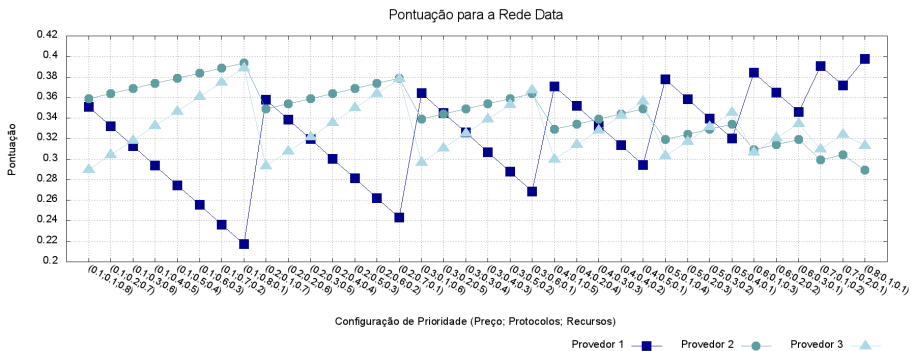
# Pontuação de Cada provedor para a Rede *Multimedia*

Prov.	Recursos		Protocolos		Preço	
	Multim.	Data	Multim.	Data	Multim.	Data
1	1.0	1.0	0.916	0.4166	120	80
2	1.0	1.0	0.583	1.0	90	130
3	1.0	0.75	0.583	1.0	72.5	92.5



# Pontuação de Cada provedor para a Rede Data

Prov.	Recursos		Protocolos		Preço	
	Multim.	Data	Multim.	Data	Multim.	Data
1	1.0	1.0	0.916	0.4166	120	80
2	1.0	1.0	0.583	1.0	90	130
3	1.0	0.75	0.583	1.0	72.5	92.5



# Avaliação Geral do Processo de Negociação

- O protocolo de negociação consegue atender as especificações configuradas pelo cliente.
- Encontra dentre as opções, aquela considerada mais adequada.
- Possibilita ao cliente escolher o foco do processo de negociação.

# Cenário de Avaliação do Agente de Classificação

Duas redes virtualizadas:

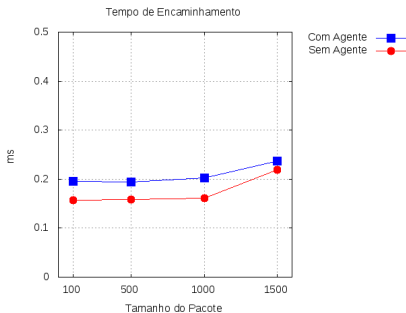
- 1 Dados: fluxos da classe *Data*, com 5 Mbps de largura de banda alocados.
- 2 Multimídia: fluxos das classes *Audio*, *Control* e *Video*, 10 Mbps de largura de banda alocados.

Testes:

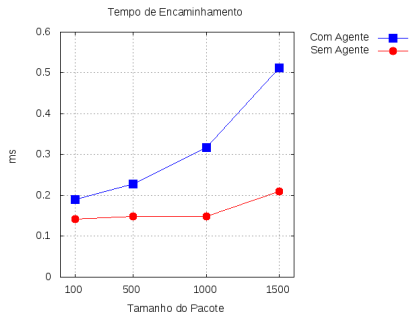
- Avaliar a capacidade do agente em encaminhar o tráfego.
- Verificar possíveis *overheads*.
- Utilização da ferramenta Ping.
- Comparação da utilização e da não utilização do agente.



# Resultado dos Testes com a Ferramenta Ping I



(a) Teste com Intervalo 0.1



(b) Teste com Intervalo 0.000001

# Avaliação Geral do Processo de Encaminhamento

- O agente consegue realizar o encaminhamento dos pacotes de acordo com as especificações de classe de tráfego.
- Pequeno atraso adicional.

- 1 Introdução
- 2 Classificação de Tráfego
- 3 SLA e o Protocolo de Negociação Proposto
- 4 Arquitetura Proposta
- 5 Experimentos
- 6 Conclusão**

# Conclusão

As contribuições deste trabalho foram:

- O projeto de uma arquitetura para negociação de redes virtualizadas;
- Um classificador de tráfego baseado em classes de QoS;
- Um agente de encaminhamento de tráfego;
- Uma linguagem de especificação de SLA baseada em classes;
- Um protocolo de negociação de SLA para ambientes virtualizados, negociando protocolos e recursos de rede;
- O desenvolvimento de um protótipo da arquitetura proposta; e
- A avaliação do protótipo desenvolvido.

# Obrigado !

- Perguntas ? =)