

Proposta de uma PIB Feedback DiffServ para a estimativa de Tráfego

Marcelo Zanetti¹, Edgard Jamhour², Gisane A. Michelin³

¹Departamento de Informática
Universidade do Oeste Catarinense (UNOESC)
89900-000 – São Miguel d'Oeste – SC – Brasil

²Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
80215901 – Curitiba – PR - Brasil

³Departamento de Ciência da Computação – DECOMP
Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) - Guarapuava - PR - Brasil

mzanetti@unoescsmo.edu.br, jamhour@ppgia.pucpr.br, gisane@unicentro.br

Resumo. *Este artigo apresenta um sistema de medição e estimativa de tráfego para redes que implementam a metodologia de QoS de Serviços Diferenciados. O trabalho propõe a utilização do modelo de Gerência de Redes Baseada em Políticas (Policy-Based Network Management - PBNM) para realizar a coleta de dados dos roteadores de borda e de núcleo do domínio DiffServ. A arquitetura é baseada nos padrões Internet Engineering Task Force (IETF) e define uma Policy Information Base (PIB) que permite padronizar a forma como os dados coletados de um domínio de DiffServ são representados. A PIB proposta é uma especialização para DiffServ da PIB genérica definida pelo IETF.*

1. Introdução

Na arquitetura atual de PBNM [Caldeira 2002] proposta pelo IETF, quando um usuário se inscreve para um serviço particular, e estabelece um (*Service Level Agreement* - SLA) [Domingues e Junior 2000] com o administrador do domínio de Serviços Diferenciados [Blake 1998]. Não lhe é disponibilizada nenhuma garantia que o seu contrato será cumprido. Os padrões propostos pelo IETF não contemplam medições e estimativa de tráfego em redes de Serviços Diferenciados. A arquitetura proposta neste artigo está baseada em monitorar todos os nós de um domínio de Serviços Diferenciados e reunir as informações coletadas em cada nó do domínio em um dispositivo central denominado (*Policy Decision Point* - PDP). Com todas estas informações reunidas no PDP, é possível realizar uma estimativa de tráfego do domínio de Serviços Diferenciados.

Na seção 2 são descritos os elementos da arquitetura de medição e estimativa de tráfego que está sendo proposta, na seção 3 os testes realizados e por fim na seção 4 a conclusão deste artigo.

2. Visão Geral da Arquitetura Proposta

A arquitetura proposta complementa dois aspectos principais:

1. A proposta de uma nova PIB para representar as medições realizadas nos nós da rede DiffServ; e
2. A proposta de uma ferramenta para a estimativa de tráfego, que trabalhe com os dados das medições coletados nos dispositivos de rede e posteriormente agrupadas no PDP. A figura 1 ilustra a arquitetura proposta.

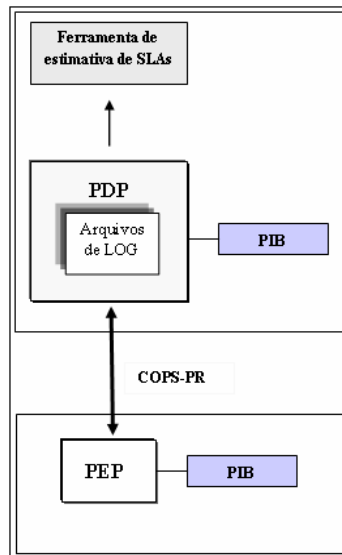


Figure 1. Arquitetura Proposta.

As próximas subseções explicam brevemente os elementos apresentados na figura 1.

2.1. PIB

Uma PIB pode ser representada por uma estrutura em árvore (figura 2), onde cada ramo da árvore corresponde a um diferente tipo de política ou classe de políticas definida como (*Policy Rules* ou *Policy Rule Classes* - PRCs) e as folhas representam o conteúdo dessa mesma política – instâncias desse tipo de política (*Policy Rules* ou *Policy Rule Instances* - PRIs). Cada PRC é identificada por um (*Object Identifier* - OID) e pode conter múltiplas PRIs. Cada PRI é identificada por um identificador (*Provisioning Instance Identifier* - PRID), sendo que um PRID pode ser considerado como um nome único nos objetos COPS.

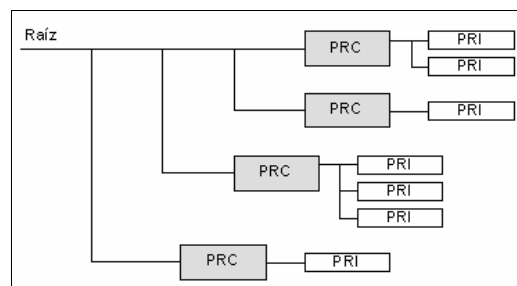


Figura 2. Estrutura de árvore da PIB.

Um exemplo de uma PRID pode ser o identificador “1.3.6.2.2.4.2.7.11” ilustrado na figura 3, em que os primeiros oito números representam a classe PRC (“1.3.6.2.2.4.2.7”) e o último número representa a PRI (“11”). A figura 4 ilustra a PRC (“1.3.6.2.2.4.2.7”) com suas PRIs (“11” e “21”).

```
- <dsAction oid="1.3.6.2.2.4.2.6">
- <Prid id="2">
  <dsActionNext type="6">1.3.6.2.2.4.2.11.2</dsActionNext>
  <dsActionSpecific type="6">1.3.6.2.2.4.2.7.11</dsActionSpecific>
</Prid>
```

Figura 3. Exemplo de PRID.

```
- <dsDscpMarkAct oid="1.3.6.2.2.4.2.7">
- <Prid id="11">
  <dsDscpMarkActDscp type="3">0x28</dsDscpMarkActDscp>
</Prid>
- <Prid id="21">
  <dsDscpMarkActDscp type="3">0x38</dsDscpMarkActDscp>
</Prid>
</dsDscpMarkAct>
```

Figura 4. Exemplo de PRC e PRIs.

A definição de uma PIB é efetuada com um elevado nível de abstração, permitindo que os detalhes de implementação do *hardware* sejam escondidos. Desta forma, pode-se monitorar o comportamento dos vários equipamentos existentes na rede, usando a mesma estrutura de dados para todos, deixando de existir a necessidade de criar novas políticas exclusivamente para determinado PEP, de um ou outro fabricante específico. Antes de se apresentar a estrutura da PIB proposta, é necessário realizar algumas explicações para justificar a escolha dos elementos e da estrutura da PIB, nomeada como PIB *Feedback DiffServ*.

Para propor a PIB *Feedback DiffServ*, foi necessário realizar estudos com alguns roteadores, para observar quais elementos de medição DiffServ cada equipamento fornece quando Serviços Diferenciados são configurados. Os três roteadores estudados foram: Avaya, Cisco, Linux Fedora. O resultado deste estudo é demonstrado na tabela 1. O X são os elementos suportados pelos fabricantes.

Tabela 1: Comparativo entre elementos de medição dos roteadores.

| Elemento/Descrição | Linux | Avaya | Cisco |
|--|-------|-------|-------|
| Bytes enviados – informa o acumulado de bytes que foram enviados pelo roteador. | X | X | X |
| Pacotes enviados – informa o acumulado de pacotes que foram enviados pelo roteador. | X | X | X |
| Pacotes descartados – informa o acumulado de pacotes que foram descartados pelo roteador. | X | X | X |
| Pacotes <i>overlimits</i> – informa quantas vezes a classe solicitou enviar um pacote, mas este não pode ser enviado por restrições de taxa. | X | X | |
| Número de pacotes na fila – informa o número atual de pacotes na fila do roteador. | | X | X |
| Número de bytes na fila – informa o número atual de bytes na fila do roteador. | X | X | X |
| Informações de configuração – exhibe dados da configuração DiffServ realizada no roteador. | X | X | X |
| Número de pacotes tomados emprestados da classe pai – informa quantos pacotes a classe tomou emprestado de sua classe superior. | X | X | |
| Número de pacotes que excedem a taxa configurada para cada classe – informa | | | X |

| | | | |
|--|--|--|--|
| o número de pacotes que excedem a taxa configurada para cada classe instanciada. | | | |
|--|--|--|--|

Os elementos de medição presentes nestes roteadores são propostos para fazerem parte da estrutura da PIB *Feedback* DiffServ para a representação dos dados monitorados nos dispositivos de rede, uma vez que a PIB *Feedback* DiffServ deve ser suportada por qualquer roteador.

A PIB Framework *Feedback* RFC 3571 [Rawlins 2003] define contadores genéricos que permitem a representação de informações previamente configuradas no PEP. Para representar as informações de avaliação de um domínio de DiffServ, é necessário estender a PIB Framework *Feedback* a fim de representar as informações coletadas em um domínio de DiffServ. A figura 5 ilustra os grupos da PIB *Feedback* DiffServ proposta. Estes grupos compõem a PIB *Feedback* DiffServ, que congrega, tanto conceitos apresentados no *Framework* DiffServ (*GrupoClassifier* e *GrupoDeviceCapabilities*) [Sahita 2003] e na PIB Framework *Feedback* (*GrupoSelection*, *GrupoLink* e *GrupoUsage*) – que correspondem aos elementos comuns, necessários a qualquer tipo de cliente – como a forma proposta para a representação e implementação da arquitetura de medição e estimativa de tráfego para redes DiffServ (*UsageDiffServGroup*). Nesta visão geral da representação PIB *Feedback* DiffServ deve-se ter em mente que tabelas (classes PRCs) são utilizadas a fim de agrupar as informações, todos os atributos são constituídos a partir de instâncias (PRI) e ponteiros baseados em identificações únicas OID, utilizados para implementar a associação entre classes. Esta abordagem é necessária para que seja possível a utilização do protocolo COPS-PR.

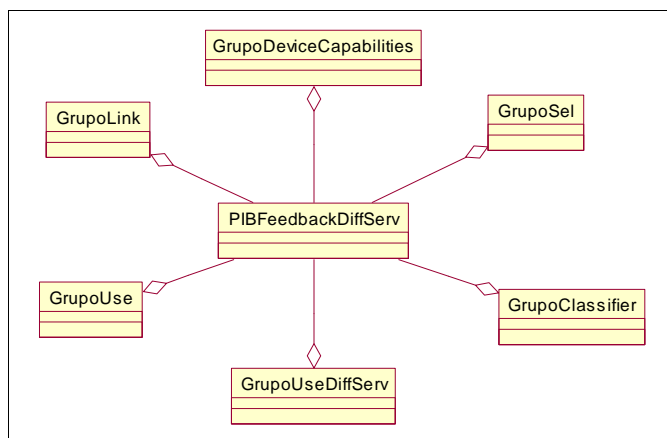


Figura 5. PIB *Feedback* DiffServ.

A partir desta caracterização serão descritos, a seguir, os grupos constantes da PIB *Feedback* DiffServ: 1) Grupo *Device Capabilities*: Este grupo tem como função descrever as características do PEP e as combinações de papéis possíveis para o mesmo. 2) Grupo *Classifier*: o grupo *Classifier* tem como função permitir a criação de filtros e classificadores que atuem sobre o protocolo IP. 3) Grupo *Selection*: este grupo tem como função definir as condições usadas pelo PEP para monitorar e registrar uma política de uso. 4) Grupo *Usage*: este grupo tem como função descrever que atributos são registrados pelo PEP. A PIB Framework *Feedback* define duas classes de política de uso, *frwkFeedbackTraffic* e *frwkFeedbackIfTraffic*. 5) Grupo *Link*: alguns elementos

estatísticos como, por exemplo, número de pacotes na fila, não fornece o acumulado de pacotes durante um determinado período de medição. Para casos como esse, foi necessário criar um novo atributo na tabela *frwkFeedbackLinkTable* nomeado *fdbckDiffServMeasAlgoIm*. Este atributo é responsável por informar ao PEP qual valor coletado durante as medições no período de tempo monitorado deve ser enviado nas mensagens de relatório ao PDP. Há três possibilidades: enviar o maior valor, a média dos valores coletados ou ainda o menor valor. O restante da explicação dos atributos da tabela *frwkFeedbackLinkTable*, e das outras tabelas do grupo *Link* encontram-se na RFC 3571 [Rawlins 2003]. 6) Grupo *UsageDiffServ*: este grupo tem como função descrever que atributos de medição DiffServ são registrados pelo PEP. Este novo grupo de tabelas herdam os atributos das classes de Uso *frwkFeedbackTrafficTable* e *frwkFeedbackIFTrafficTable* respectivamente. Cada uma das respectivas tabelas é super-classe de quinze tabelas do grupo Classes de Uso DiffServ, assim o grupo *UsageDiffServ*, é composta por trinta tabelas. As tabelas do grupo *frwkFeedbackIFTrafficTable* são idênticas as do grupo *frwkFeedbackTrafficTable*, a única diferença é que as tabelas do grupo *frwkFeedbackIFTrafficTable* tem um campo a mais (*frwkFeedbackIFTrafficIndex*) em cada tabela para casos em que se deseja medir mais de uma interface do equipamento de rede.

2.2. PDP

O (*Policy Decision Point* - PDP) é responsável por efetuar o processamento de políticas definidas para a rede, juntamente com outros dados relevantes para a administração da rede. Ele adquire, distribui e, opcionalmente, traduz regras em mecanismos de políticas do alvo. O PDP toma as decisões posteriormente transformadas em novas configurações para os PEPs consultando o repositório de políticas.

Quando o PDP recebe as mensagens de relatório dos PEPs associados a si, é necessário reunir todas estas informações em um único local no PDP de forma a facilitar a compressão e o trabalho com as informações obtidas através das medições realizadas nos dispositivos de rede. Neste trabalho propõe-se que sejam criados arquivos de *log* para reunir as informações das medições realizadas.

2.3. PEP

O PEP (*Policy Enforcement Point*) funciona normalmente nos equipamentos ativos de uma rede realizando as ações impostas pelas regras de políticas. O PEP é responsável por gerenciar cada equipamento de acordo com as instruções recebidas pelo PDP. Possui também a responsabilidade de traduzir e instalar as políticas nestes equipamentos. Quando o PEP receber a PIB *Feedback* DiffServ contendo o conjunto de regras de configuração selecionado pelo PDP. O PEP deve efetuar aqui uma tradução destas regras para comandos reconhecidos pelo equipamento de rede controlado por si.

2.4. COPS e COPS-PR

Para a troca de informação ser efetuada com sucesso entre os vários componentes da arquitetura, existe a necessidade da utilização de protocolos normalizados. Assim, estes protocolos permitirão a comunicação sem restrições entre produtos de vários fabricantes, assegurando o caráter geral da solução. Os protocolos principais utilizados para difusão de políticas são: (*Common Open Policy Service* - COPS) [Durham 2000] e

(*COPS for Policy Provisioning* COPS-PR) [Chan 2001]. O COPS foi criado especialmente para o transporte de políticas. Ele é responsável pelo intercâmbio de informações entre PDPs e PEPs existindo uma relação direta entre os pedidos, ou seja, para cada solicitação de um PEP a uma resposta de um PDP. Já o COPS-PR é uma extensão do protocolo COPS para o modelo de provisionamento, ou seja, os PEPs recebem um conjunto inicial de políticas e são atualizados quando o PDP encontrar novas políticas aplicáveis.

2.5. Ferramenta de estimativa de tráfego proposta

A ferramenta de estimativa de tráfego proposta utiliza os arquivos de *log* criados no PDP para realizar a estimativa de tráfego de uma rota de fluxo de dados pertencente ao domínio de Serviços Diferenciados monitorado. Na ferramenta de estimativa de tráfego proposta o administrador deve informar os PEPs (cada PEP possui um arquivo de *log*) que pertencem a rota a qual se deseja realizar uma estimativa de tráfego. E a interface de cada equipamento de rede que deseja monitorar. Após administrador escolher os PEPs que pertencem à determinada rota, ou seja, o caminho do tráfego de dados, o mesmo tem que informar à ferramenta de estimativa de tráfego o fluxo de dados do qual deseja obter estimativas. Quando estes dados forem informados pelo administrador, a ferramenta de estimativa realiza uma leitura dos arquivos de *log* (PEPs que deseja obter as informações) para montar o relatório com as estimativas.

3. Cenário de Testes

Para possibilitar as medições de um domínio de Serviços Diferenciados em uma rede IP, foi montado um domínio DiffServ conforme ilustrado na figura 6. Este domínio é composto por 4 roteadores, sendo dois de borda e dois de núcleo, 1 servidor e 2 clientes. A conexão entre os roteadores foi realizada utilizando canais Ethernet 100Mbps. O roteador de borda “borda1” conecta-se ao servidor, enquanto que o roteador de borda “borda2” conecta a rede local de clientes. Todos os roteadores estão conectados ao PDP.

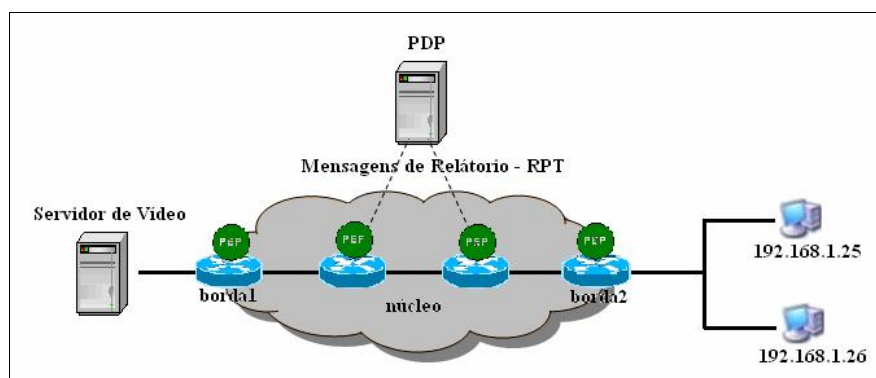


Figura 6. Cenário de Testes.

3.1. Avaliação da Arquitetura Proposta

Para avaliar o sistema de medição proposto foi executada no servidor uma rotina desenvolvida em C, baseada em um gerador de tráfego, para leitura de um arquivo de

log contendo informações sobre as características de tráfego de vídeo. O arquivo utilizado foi disponibilizado pela Universidade Tecnológica de Berlin (<http://www-tn.kn.ee.tu-berlin.de/research/trace/ltvt.html>) e continha informações sobre os quadros (tamanho e intervalo entre o envio de um quadro e o próximo). O Arquivo representava a reprodução do filme Star Trek em formato H.263 (que simula uma transmissão ao vivo de vídeo) a uma taxa média de 256 kbit/s.

O tempo de saída de cada pacote era colocado dentro do pacote antes do mesmo sair do servidor de vídeo e realizada a conta do atraso quando o pacote de dados chegava ao cliente. Como se desejava obter a linha de tráfego fim a fim abaixo do estimado pelo sistema então se procurou achar para que porcentagem do tráfego fim a fim o sistema de estimativa conseguia trabalhar bem.

A figura 7 ilustra o primeiro teste realizado onde os dados 4 PEPs do cenário proposto enviavam a cada 10s o maior atraso estimado pelo sistema durante a transmissão do vídeo Star Trek. A linha pontilhada (mais clara) representa o atraso real fim a fim enquanto a linha escura representa o atraso estimado pelo sistema desenvolvido.

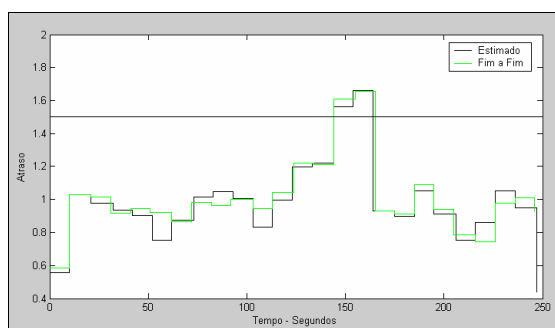


Figura 7. Maior atraso a cada 10s.

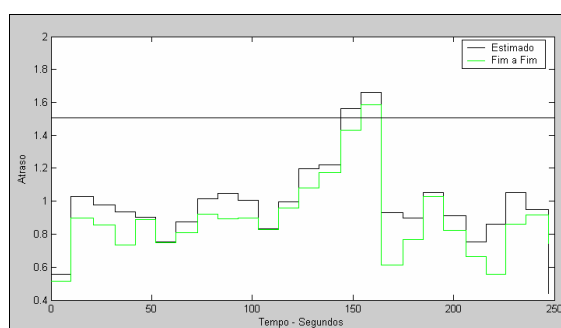


Figura 8. Atraso fim a fim sem os 3% piores atrasos.

Como se desejava obter a linha de tráfego fim a fim abaixo do estimado pelo sistema então se procurou achar para que porcentagem do tráfego fim a fim o sistema de estimativa conseguia trabalhar bem. Na figura 8 foi tirado os 3% piores pacotes a cada intervalo de 10s do atraso fim a fim, ou seja, da linha mais clara. A tabela 2 ilustra os resultados obtidos em relação ao atraso comparando o atraso fim a fim e o estimado pelo sistema de medição, excluindo os 3% piores pacotes a cada intervalo de 10s do atraso fim a fim.

Tabela 2. Dados obtidos utilizando os maiores atrasos, excluindo os 3% piores pacotes do atraso fim a fim.

| Atraso | Fim a Fim | Estimado Pelo Sistema |
|----------------------|------------|-----------------------|
| Maior | 1.588087ms | 1.659188ms |
| Média | 0.888590ms | 0.998900ms |
| Menor | 0.513280ms | 0.554688ms |
| Desvio Padrão | 0.241638ms | 0.235081ms |

É possível observar que retirado os 3% piores pacotes a cada 10s da medição fim a fim o resultado obtido é satisfatório, em momento algum o atraso estimado pelo sistema de medição este abaixo do atraso fim a fim.

4. Conclusão

A proposta uma nova PIB para configurar quais parâmetros estatísticos devem ser monitorados e posteriormente enviados relatórios ao PDP apresenta como principal diferencial em relação aos trabalhos similares encontrados na literatura é que a arquitetura proposta está completamente de acordo com os padrões do IETF no que diz respeito a requisições de relatórios e das leituras realizadas nos dispositivos de redes. A solicitação de relatórios ao PEP e o envio de relatórios ao PDP é realizada através de instâncias (PRIs) da PIB *Feedback DiffServ*, que contém os elementos funcionais e os parâmetros que se deseja obter relatórios. O protocolo COPS-PR é utilizado para configurar as políticas que devem ser medidas nos dispositivos e para enviar os relatórios ao PDP. Um sistema de medição que segue as diretrizes e os padrões do IETF garante sua compatibilidade com a maior parte dos fabricantes de equipamentos de redes.

Em um segundo momento, os teste também demonstraram que a arquitetura proposta possibilita a realização da avaliação dos SLAs estabelecidos com os clientes do domínio de Serviços Diferenciados. Os dados de medição recebidos pelo PDP dos PEPs possibilitaram realizar a avaliação dos SLAs. Nos testes realizados, o sistema de medição e estimativa demonstrou que consegue ilustrar a desempenho dos serviços disponibilizados para 97% do tráfego real do usuário. Ou seja, para 97% do tráfego do usuário o sistema de medição consegue proferir o atraso sofrido pelo fluxo de dados. Desta forma, a arquitetura de medição proposta demonstra ser uma ótima ferramenta para realizar a estimativa de tráfego de um domínio de Serviços Diferenciados.

Referencias

- Black, D; Floyd, S; Ramakrishnan, K. (2001) “The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP”. RFC 3168, IETF.
- Blake, S; et al. (1998) “An Architecture for Differentiated Service”. RFC 2475, IETF.
- Caldeira, Felipe Manuel. (2002) “Gestão Por Políticas Aplicação a Sistemas de Firewall”. Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Chan, K; et.al. (2001) “COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)”. RFC 3084, IETF.
- Dominguez, Kelly S. P; Junior, Nilton A. (2000) “Modelos de Qualidade de Serviço – Aplicações em IP”.
- Durham, D; et.al. (2000) “The COPS (Common Open Policy Service) Protocol”. RFC 2748, IETF.
- Rawlins, D; et al. (2003) “Framework Policy Information Base for Usage Feedback”. RFC 3571, IETF.
- Sahita, R; et.al. (2003) “Framework Policy Information Base”. RFC 3318, IETF. 2003.