

Uma Proposta de Mecanismo para Controle de Admissão para a Rede Backbone UMTS Empregando Serviços Diferenciados

Paulo Dias de Alecrim, Paulo Roberto Guardieiro

Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Campus Santa Mônica - 38.400-902 – Uberlândia – MG – Brasil

alecrim@netsite.com.br, prguardieiro@ufu.br

Resumo. Neste trabalho propõe-se um mecanismo que efetue o controle de admissão nos pontos de ingresso à rede backbone UMTS empregando DiffServ. Tal mecanismo provê um tratamento diferenciado ao tráfego de diversos fluxos na rede. Os resultados obtidos a partir de modelagem e simulação demonstram que o mecanismo proposto trata o tráfego de forma diferenciada, oferecendo um certo nível de QoS mesmo em condições de mobilidade dos usuários.

1. Introdução

Sistemas UMTS são baseados em IP e abrem as portas para a comunicação e serviços de multimídia. A UMTS é uma tecnologia que suporta voz e dados em pacotes, oferecendo taxas máximas de transmissão em banda larga de até 2 Mbps e de 384 Kbps quando a unidade móvel está em movimento.

Nestes sistemas a interligação de unidades móveis tais como, celular ou um PDA (*Personal Digital Assistant*) à Internet, é um caminho sem volta. Para tanto, seus backbones, deverão prover mecanismo de QoS para garantir o funcionamento adequado de tais aplicações. Em vista disso, propõe-se neste artigo um mecanismo que efetue, controle de admissão, classificação de pacotes, policiamento e condicionamento de tráfego para a rede backbone UMTS. O mecanismo proposto é baseado na diferenciação de serviços denominado pelo IETF de *DiffServ* e usa a classificação de pacotes como mecanismo para obtenção de QoS, sendo uma extensão dos trabalhos [M.Puuskari 1999] e [Ericsson 2003]. Tal mecanismo é aplicado nos SGSN (*Serving GPRS Support Node*) e GGSN (*Gateway GPRS Support Node*) do backbone UMTS. Para tanto, foram avaliados parâmetros de QoS como atraso e vazão para as classes de tráfego UMTS.

Este trabalho está organizado conforme descrito a seguir. Na seção 2, apresenta-se a arquitetura UMTS. Na seção 3, descreve-se o problema abordado. Na seção 4, apresenta-se a proposta de mecanismo para provimento de QoS. Na seção 5, trabalhos relacionados são apresentados. Na seção 6, descreve-se o modelo de simulação. Na seção 7, analisam-se os resultados obtidos através das simulações. Finalmente, na seção 8, apresentam-se as conclusões finais.

2. Arquitetura da rede UMTS

As redes backbone UMTS serão totalmente baseadas no protocolo IP (*All IP*). Para a integração da rede backbone UMTS com a Internet é necessário um suporte eficiente do IP móvel, proposta da IETF para o suporte de mobilidade na camada de rede [Nichols 1998]. A abordagem do 3GPP (*Third Generation Partnership Project*) [3GPP 2002], [B3G/4G 2004] para a integração com o IP Móvel é baseada em nós da rede backbone

UMTS chamados de SGSN e GGSN. A Figura 1 ilustra uma arquitetura UMTS simplificada composta de uma rede backbone UMTS conectada à rede de acesso UTRAN (*UTRAN – UMTS Terrestrial Radio Access Network*) através da interface Iu. A rede backbone UMTS é conectada à rede IP externa através da interface Gi e a UTRAN ao equipamento do usuário UE (*UE-User Equipment*) com a interface Uu [M. Puuskari 1999].

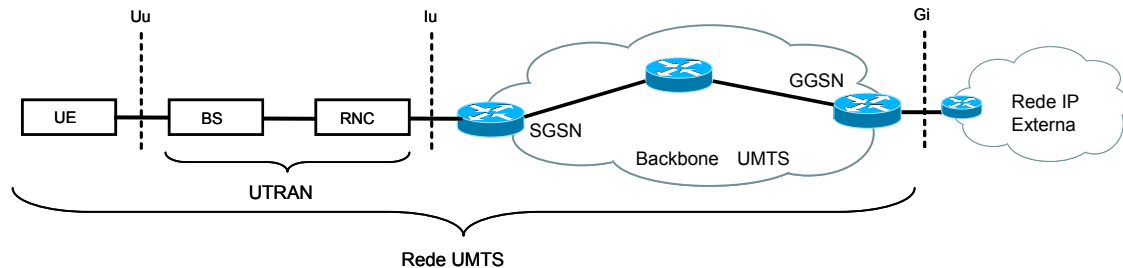


Figura 1. Arquitetura UMTS simplificada.

3. Definição do Problema

A demanda por aplicações de tempo real que possam ser acessadas a partir de unidades móveis suportadas pelas redes IP tem tido crescimento rápido nos últimos anos. Entretanto, ainda existem obstáculos para que tais aplicações sejam providas com QoS não só na rede de acesso sem fio, mas também na rede backbone UMTS [3GPP 2002]. Antes que uma unidade móvel possa efetivar a comunicação com a rede de dados externa, o contexto PDP deve ser ativado e nesta fase o perfil de QoS é negociado com a rede backbone UMTS. Quando uma unidade móvel solicita uma conexão com a rede, um túnel é estabelecido entre o terminal e o GGSN. Este túnel, conhecido na UMTS como contexto PDP, provê o UMTS *Bearer Service*. A rede backbone UMTS permite que sejam definidos perfis de tráfego para o qual o contexto pode se adequar (conversacional, *streaming*, interativa ou *background*), entre outros atributos que podem ser negociados [B3G/4G 2004]. Contudo, nenhum mecanismo de QoS é definido para dar suporte a esses perfis e garantir o seu cumprimento. QoS é um dos atributos mais importantes de um contexto PDP e é negociado durante ativação do PDP.

4. Proposta de Mecanismo para Provimento de QoS em Redes Backbone UMTS

Dentro do contexto apresentado na seção 3, propõe-se neste artigo um mecanismo de QoS baseado em *DiffServ* que efetue o controle de admissão nos pontos de ingresso à rede backbone UMTS. A avaliação do desempenho deste mecanismo será através de modelagem e simulação dos parâmetros de QoS como atraso e vazão para as classes de tráfego UMTS.

Em [3GPP 2002] e [M.Puuskari 1999] especifica-se a arquitetura de Serviços Diferenciados como a tecnologia recomendada para fornecer diferentes níveis de serviço. Os mecanismos de QoS especificados em [M. Puuskari 1999] são aplicados nos SGSN e GGSN como, controle de admissão, classificação de pacotes, policiamento e condicionamento de tráfego. Tal arquitetura é de simples implementação nos roteadores atuais e, portanto, tem sido apontada como um bom padrão para implementar QoS em redes backbone UMTS [GSM 03 60 1997].

5. Trabalhos Relacionados

A necessidade de provisionamento de QoS na rede backbone UMTS, foi objeto de pesquisa em [M.Puuskari 1999], [3GPP 2002], [Dias 2001] e [GSM 09 60 1998]. Contudo, estes trabalhos não propuseram mecanismos para alocação de banda em função do controle de admissão para cada uma das classes de QoS UMTS de forma individual, conforme foram apresentados nas seções 2 e 3. Assim sendo, neste trabalho propõe-se realizar alocação de banda para cada classe de forma a oferecer um certo nível de QoS a cada uma delas em condições de congestionamento, além de distribuir a banda passante não utilizada entre as demais classes, caso uma delas não utilize toda a banda a ela alocada.

6. Modelo de Simulação

Por meio de modelagem e simulação, utilizando a ferramenta de simulação ns-2 [NS-2], foi realizado um estudo de desempenho do mecanismo de QoS proposto. A Figura 2 ilustra o cenário utilizado nas simulações, considerando-se o nó 1 como um SGSN e o nó 2 como um GGSN da rede backbone UMTS conforme apresentado na seção 2.

As fontes de tráfego escolhidas são uma combinação de todas as classes de tráfego UMTS, tais como: conversacional, *streaming*, interativa e *background*. Tomando este modelo de tráfego e a estrutura *DiffServ*, o PHB EF foi a opção escolhida para acomodar a classe conversacional, porque garante parâmetros mais rígidos. As outras três classes de tráfego UMTS podem ser acomodadas pelos PHBs AF, que são mais flexíveis. A classe *streaming* pode corresponder à classe AF4, a classe interativa à classe AF3 e a classe *background* corresponderia às classes AF2 ou AF1, ou mesmo à classe de melhor-esforço [Mohamed 2003], [Brian 2002].

O tráfego denominado de fluxo F1 é gerado a partir da agregação de fontes, que possuem a exigência de atrasos semelhante a da classe de tráfego conversacional. O fluxo F2 representa o tráfego *streaming*. O tráfego interativo F3 vem da agregação de tráfegos do tipo HTTP. Finalmente, o fluxo *background* F4, que modela o tráfego, tipicamente de e-mails e de fluxos de FTP, foi utilizado para congestionar a rede. F1 possui alta sensibilidade a atrasos e *jitter*. F2 tem uma alta sensibilidade a *jitter* e F3 tem uma alta sensibilidade a atrasos. F4 não é sensível a atrasos ou *jitter*.

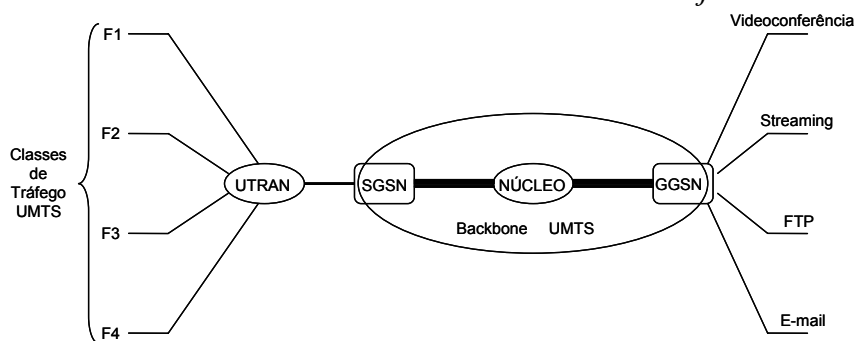


Figura 2. Modelo de Simulação.

Um classificador de pacote é responsável por marcar cada pacote, nas bordas da rede backbone UMTS (SGSN e GGSN), com o DSCP apropriado. A Figura 3 ilustra o algoritmo da disciplina de escalonamento para cada roteador no modelo que garante o encaminhamento de acordo com o DSCP de um pacote. O pacote entrante que chega a um nó de borda tem o seu QoS mapeado conforme o seu próprio PHB e então é

encapsulado com o DSCP adequado em seu cabeçalho. Em seguida, o pacote aceito é enfileirado. O escalonamento que usa o serviço de disciplina tipo PQ (*PQ-Priority Queuing*), encaminha os pacotes para o próximo passo. Este algoritmo foi escolhido em função do mesmo apresentar menor atraso para aplicações, tal como a classe conversacional F1(mais sensível ao atraso).

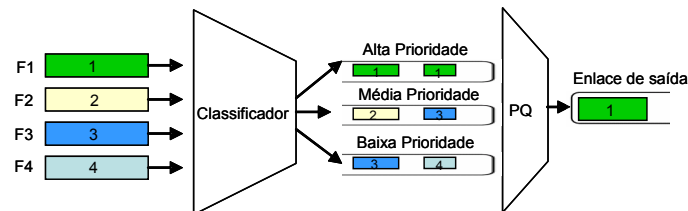


Fig. 3. Estrutura do algoritmo PQ aplicado aos roteadores.

7. Apresentação e Análise de Resultados

Nesta seção apresentam-se os resultados de simulação do mecanismo proposto na seção 4, bem como uma análise destes resultados. Para isso, foram avaliados parâmetros de QoS como atraso e vazão para as classes de tráfego UMTS.

Todas as classes de tráfego UMTS apresentaram uma taxa de ocupação inicial de 40%. Assim sendo, foi provocado um congestionamento na rede com o aumento do tráfego através de fluxos FTP até um limite de 100%. A avaliação do atraso fim a fim e da alocação de largura de banda foi caracterizada quando a intensidade de tráfego oferecida variou entre 40% a 100% de sua taxa inicial. Em relação aos requisitos apresentados pelos fluxos quanto aos itens de atraso e largura de banda, verifica-se que o atraso fim a fim sofrido pelo tráfego gerado pelo Fluxo 1 é menor que os valores encontrados pelas fontes do Fluxo 2. Esta característica está de acordo com o esperado, pois no escalonamento realizado por PQ a maior prioridade é dada ao tráfego de classe conversacional Fluxo 1, como faz para o EF PHB. Desta forma, assim que houverem pacotes dessa classe a serem transmitidos, sua fila será atendida em prioridade à fila do Fluxo 2, sem contudo interromper a transmissão de um pacote do Fluxo 2, caso os pacotes de Fluxo 1 tenham chegado durante a sua transmissão.

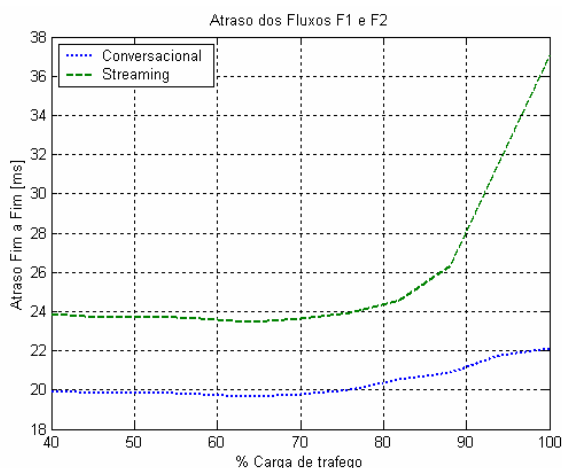


Figura 4. Atraso fim a fim (F1, F2).

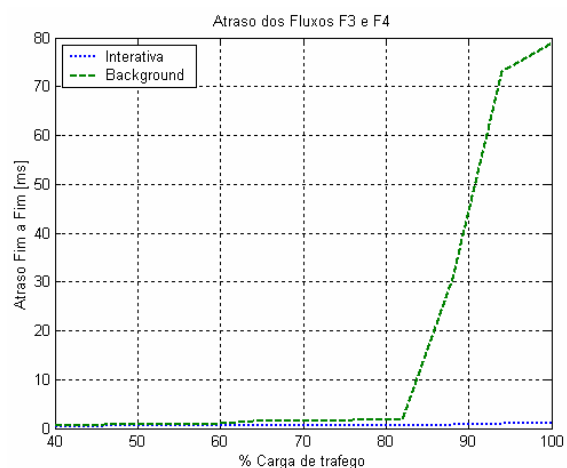


Figura 5. Atraso fim a fim (F3, F4).

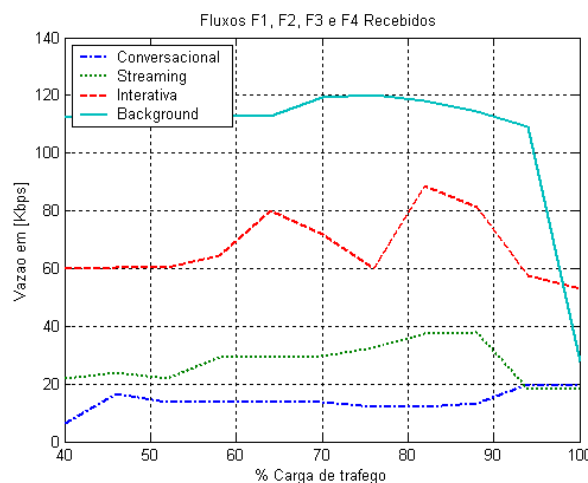


Figura 6. Vazão das classes F1, F2, F3 e F4 versus % Carga de tráfego.

As Figuras 4 e 5 mostram o atraso apresentado por cada aplicação e a Figura 6 mostra a vazão para cada fluxo quando a carga de tráfego varia de 40% a 100%. Pelo gráfico da Figura 6 observa-se que a vazão se manteve estabilizada para o fluxo F1 durante todo o tempo de observação. Este resultado já era esperado, pois em função da política do algoritmo PQ ocorreu descarte dos pacotes com menor prioridade, tendo o seu valor de pico nos pontos de maior congestionamento da rede, isto é, acima de 90%. Analisando a Figura 4, com o uso de *DiffServ* observa-se que o fluxo F1 obteve menores atrasos do que F2 de forma expressiva e estabilizada durante todo o período observado mesmo com o aumento da taxa de congestionamento na rede. Os atrasos dos fluxos F2 (Fig. 4), F3 e F4 (Fig. 5) se justificam em face da escala adotada, que pode ser explicado pelas longas filas escolhidas em face da ação do algoritmo PQ. Um tamanho menor de fila teria resultado em atrasos menores. O atraso dos fluxos F2, F3 e F4 foi superior durante todos os períodos observados, apresentando seu pico no ponto de maior congestionamento da rede, isto é, acima de 90%. Os pacotes dos fluxos F3 e F4 foram atrasados e sua entrega continua depois de finalizada a entrega dos pacotes dos outros fluxos. Durante este período final seu atraso foi reduzido, pois não havia tráfego na rede.

8. Conclusões

Neste trabalho foi proposto um mecanismo para controle de admissão para a rede backbone UMTS empregando Serviços Diferenciados para o provisionamento de QoS. Através de modelagem e simulação de inúmeros cenários com condições de tráfego e configurações diferentes, obtiveram-se resultados consistentes sobre o desempenho da rede em função da implementação do referido mecanismo. Por meio de controle de admissão e políticas adequadas, os resultados obtidos confirmam que a arquitetura *DiffServ* pôde diferenciar classes de tráfegos dentro da rede backbone UMTS, garantindo um certo nível de QoS a cada uma das quatro classes de tráfego definidas pelo 3GPP.

9. Referências

- 3GPP (2002), Technical Specification Group Services and System Aspects; QoS Concept and Architecture, 3G TS23.107 version 3.1.1.
- Andersson, Christoffer.(2001), GPRS and 3G Wireless Applications. Canadá: Editorial John Wiley & Sons, Inc.
- B3G/4G, (2004), Applications and Services. IEEE Wireless Communications, Outubro, Vol. 11 N° 5.
- Brian Carpenter, Kathleen Nichol, (2002), “Differentiated Services in the Internet”, IEEE Proceedings, volume 90, pages 1479-94.
- Dias, K. L., Sadok, D. F. H.(2001), Internet Móvel:Tecnologias. Aplicações e, Livro Texto dos Minicursos – SBRC, Maio.
- Ericsson, (2003), Redes GSM / GPRS / UMTS, disponível em:
www.3gamericas.org/portuguese/Technology_Center/WhitePapers/.
- GSM 09 60 (1998), Technical Specification: General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunneling Protocol (GTP) across the Gn and GP Interface.
- GSM 03 60 (1997), ETSI Technical Specification: General Packet Radio Service (GPRS); Service Description.
- GSM 04 60 (1999), “Digital Cellular Telecommunication System (Phase 2+), General Packet Radio Service (GPRS), Radio Link / Medium Access Control (RLCMAC),” v.6.3.0, March.
- M. Puuskari, (1999), “Quality of Service Framework in GPRS and Evolution towards UMTS,” 3rd European Personal Mobile Communication Conference, March.
- Mohamed A. EL - Gendy, Abhijit Bose, ang G. Shin: (2003), Evolution of the Internet and support for soft real- time applications. Proceedings of the IEEE 91 (7): 1086-1104.
- Nichols, K.; Blake, S.; Baker, F.; Black, D.(1998), *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field)* in the IPv4 and IPv6 Headers RFC 2474, IETF.
- NS-2, Simulador de Redes Wireless: The VINT Project. The *Network Simulator ns-2: Documentation*. UC Berkeley.