Capítulo VI

Conclusões

Uma grande variedade de serviços, desde uma simples troca de mensagens de texto até uma conferência multimídia, compartilham os recursos da Rede Digital de Serviços Integrados - Faixa Larga. A evidente flexibilidade demandada pelos serviços é acompanhada ainda, de fortes requisitos de qualidade de serviço. Garantir limites de atraso e variação de taxa, para uma conexão, constitui um imenso e complexo desafio quando esta conexão compartilha, com várias outras, os recursos de sistemas geograficamente distribuídos.

Portanto, é fundamental que a monitoração e o controle de tráfego, nos emergentes sistemas de comunicação multimídia, sejam realizados de forma precisa e eficaz, atendendo a qualidade de serviço requerida. Este trabalho apresentou o estudo e novas propostas relacionadas ao tema monitoração e policiamento de tráfego em sistemas de comunicação multimídia, enfocando também a questão de compartilhamento de recursos.

A proposta do mecanismo janela móvel particionada, apresentada no capítulo III, é caracterizada pela flexibilidade de parametrização e baixo custo de implementação. Este mecanismo obtém uma faixa de desempenho que engloba desde os resultados obtidos para a janela saltitante até os obtidos para a janela deslizante.

A agregação do processamento dos eventos de chegadas de células é a idéia chave deste novo mecanismo. Esta agregação é realizada através da discretização dos intervalos de aferição do tráfego e permite monitorar as chegadas de células durante cada partição. De

acordo com a configuração do mecanismo, em termos de número de partições, torna-se possível ajustar o grau de agregação de tráfego.

A parametrização do número de partições depende do compromisso entre o nível de precisão, que se deseja ao aferir o tráfego, e o custo de implementação envolvido. A precisão de monitoração do tráfego é mais elevada para um número maior de partições. Em contrapartida, o custo de implementação também se eleva para um aumento no número de partições, pois a precisão do temporizador utilizado deve ser maior, como é maior a quantidade de memória utilizada no vetor FIFO do mecanismo.

Os experimentos descritos no capítulo IV envolvendo tráfegos de padrão geométrico e rajada-silêncio demonstram que o mecanismo janela móvel particionada, mesmo com um pequeno número de partições ($P = 5$), é capaz de obter resultados próximos aos da janela deslizante contínua.

Entre os pontos a serem destacados sobre a janela móvel particionada estão: a capacidade de policiamento acurado da taxa média e a memorização dos eventos de chegada. Como a janela deslizante, este mecanismo é capaz de restringir o comprimento de rajadas ao limite de créditos C, quando é configurado com 2 ou mais partições.

Este trabalho também propõe um conjunto de funções de multiplexação estatística, incorporado à Arquitetura GTA/MM, que proporcionou a possibilidade de estudo de questões relativas a compartilhamento de recursos em sistema de comunicação.

As funções de multiplexação estatística, incorporadas à Arquitetura GTA/MM, introduziram um modelo fila-servidor, equivalente a um canal de enlace, compartilhado por várias conexões. Em um exemplo mais específico, a equivalência do modelo fila-servidor pode ser considerada para um caminho virtual (VP), de uma conexão ATM, compartilhado por várias conexões virtuais (VCs).

A implementação do modelo fila-servidor também trouxe à Arquitetura GTA/MM o conceito de limitação da banda passante disponível. A introdução da fila do multiplexação, com tratamento para situação de transbordo, representa outro recurso com conceito de limitação. É importante observar que estes limites são facilmente configuráveis pelo implementador ou pelo usuário do sistema de comunicação.

Limitação de recursos requer um controle mais acurado do sistema de comunicação. A limitação de banda passante restringe a taxa de transmissão de células e, conseqüentemente, impõe também um limite à taxa de liberação da memória alocada para as estruturas de dados das primitivas. Portanto, a utilização do gerenciador de memória da Arquitetura GTA/MM teve de ser reformulada, de tal forma a evitar o mal funcionamento do sistema de comunicação, causado por possíveis situações de indisponibilidade de memória. Mesmo quando a taxa média agregada, das fontes de tráfego, é menor ou igual a taxa de transmissão do canal, podem ocorrer intervalos onde a taxa agregada de geração de tráfego é superior à taxa do canal, devido a flutuações estatísticas dos tráfegos. Nesta situação, a taxa de alocação de memória é maior que a taxa de liberação, possibilitando a ocorrência de indisponibilidade de memória. Em tal caso o sistema, sem o controle apropriado, funcionaria de forma incorreta.

Neste trabalho foram introduzidos testes para verificar a disponibilidade de memória, em todos os trechos do programa onde são realizadas alocações de estruturas de dados. Caso a indisponibilidade seja detectada, emite-se uma mensagem informando a condição de exceção, bem como onde esta ocorreu. O programa do sistema é terminado de forma a evitar seu funcionamento incorreto. Portanto, a implementação destes testes imprimiu robustez à Arquitetura GTA/MM, evitando o mal funcionamento de um sistema comunicação causado por situações de falta de memória.

O experimento realizado neste trabalho, descrito no capítulo V, é um exemplo da aplicação do conjunto de funções de multiplexação estatísticas em situações de

compartilhamento de recursos. No caso deste experimento, o compartilhamento de recursos se deu na multiplexação de um tráfego rajada-silêncio com um tráfego de taxa constante, CBR. Esta multiplexação causou a variação da taxa do tráfego CBR, como pode-se observar nos histogramas apresentados no capítulo V. A partir da introdução dos mecanismos de policiamento, controlando a conexão do tráfego rajada-silêncio, há uma sensível redução da variação dos intervalos entre transmissões do tráfego CBR. Isto ocorre, pois os mecanismos de policiamento descartam células do tráfego rajada-silêncio, consideradas violadoras, reduzindo a carga de tráfego na fila de multiplexação.

Neste experimento foi possível ainda constatar que os resultados referentes ao mecanismo janela móvel particionada aproximam-se bastante dos resultados do mecanismo janela deslizante, a partir de apenas 2 partições. Isto ocorre, pois a partir deste número de partições o limite máximo de células permitido, em uma rajada, passa a ser o mesmo para ambos os mecanismos.

As novas funções de multiplexação estatística permitirão que sejam realizados novos estudos e desenvolvimentos de cenários de testes que envolvam alocação, compartilhamento e gerenciamento de recursos. Assuntos como controle de admissão e sincronização de mídias em situações de congestionamento poderão utilizar este conjunto de funções para uma abordagem experimental. Aplicações multimídia, que envolvam multiplexação de tráfegos ou compartilhem os recursos da rede, também poderão ser estudadas. Será possível multiplexar várias fontes de aúdio ou vídeo e estudar as condições resultantes, de acordo com diferentes taxas do canal de transmissão e diferentes tamanhos da fila de multiplexação. Os resultados poderão ser analisados de forma qualitativa e quantitativa em tempo real.

O desafio mais importante em relação à eficácia dos mecanismos de policiamento é encontrar a melhor caracterização para o tráfego da fonte [DLa86, HLu86, SWh86, MAS88]. Há um relativo consenso na literatura de que três parâmetros serviriam satisfatoriamente a este propósito: a taxa máxima, a taxa média de transmissão e o tempo de transmissão à taxa

máxima da fonte (comprimento da rajada). Essa opinião é calcada principalmente na relação custo benefício que este três parâmetros oferecem. A simplicidade de sua caracterização vai ao encontro da baixa complexidade necessária ao processamento dos nós das redes de alta velocidade. Portanto, o custo tem se demonstrado baixo o suficiente, através de resultados de simulações e implementações. Em termos de benefício, as simulações de modelos de tráfego policiados, baseados nestes parâmetros, têm apresentado bons resultados.

Porém, é fundamental frisar que os modelos de tráfego simulados não refletem necessariamente a situação real de uma rede de alta velocidade. Esta afirmativa se justifica, principalmente, pelo fato de muitos dos serviços, aplicações e requisitos referentes às redes de alta velocidade ainda não estarem definidos, e mais importante, nem porventura imaginados.

Observa-se que tráfegos mais suaves, com maior previsibilidade podem ser policiados de forma mais eficaz do que tráfegos muito variáveis e com rajada. Serviços de tempo real, como vídeo com mudanças de cenas, apresentam grandes variações de taxa, tanto em períodos de curta duração relativos à mudança de quadros de imagem, como também em períodos de longa duração referentes à mudanças de cena. Ambos os efeitos não podem ser tratados satisfatoriamente pelos mecanismos de policiamento. Este problema pode ser resolvido pela moldagem do tráfego proveniente da fonte, de forma a torná-lo mais adequado aos esquemas de policiamento. A dificuldade quanto a abordagem desta solução é manter as características do tráfego aceitáveis, mesmo após sua moldagem.

A política em relação às células violadoras dos parâmetros contratados divide-se em duas vertentes. A primeira refere-se ao descarte de células violadoras, que apresenta fortes garantias quanto a não transgressão do contrato estabelecido entre a fonte e a rede. Porém esta concepção não utiliza os recursos disponíveis na rede de forma otimizada. Mesmo que haja banda passante disponível para submissão à rede, as células violadoras são descartadas. A segunda vertente, sugere a transmissão das células violadoras marcadas, com baixa prioridade,

em relação às células não transgressoras. Desta forma os recursos da rede são melhor aproveitados, o que se consegue ao custo da maior complexidade do esquema de marcação.

A quantidade de resultados obtidos em trabalhos sobre controle de tráfego em sistemas de comunicação multimídia é tão extensa quanto o número de questões, ainda em aberto, sobre este assunto. A utilização em larga escala das redes de alta velocidade, nos próximos anos, trará resultados que preencherão muitas das lacunas existentes neste assunto. Será possível, então, validar e enriquecer os modelos propostos até o presente momento.