

# Sistema de Ajuste dos Coeficientes de Quantização MPEG em Tempo-Real para Vídeo sob Demanda

Regina M. Silveira<sup>1</sup> e Wilson V. Ruggiero

LARC - Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores

PCS - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Luciano Gualberto, Trav.3, n<sup>o</sup> 158, 05508-900 São Paulo, SP, Brasil

{regina, wilson}@larc.usp.br

*Resumo:* Para otimizar a transmissão de vídeo em rede ATM a partir de um sistema de Vídeo sob Demanda, é proposto um Servidor de Qualidade (SoQ) que tem como função ajustar a taxa de transmissão do vídeo à banda disponível na rede. O SoQ deve utilizar uma rede neural "backpropagation" para ajustar os coeficientes de quantização MPEG de forma não linear.

**Palavras Chave:** MPEG, quantização, Vídeo sob Demanda, ATM, rede neural.

*Abstract:* In order to optimize the video transmission over ATM network coming from Video on Demand System, here is proposed a Server of Quality (SoQ) that has the main function to fit the video transmission rate to the available network bandwidth. The SoQ utilizes a "backpropagation" neural network to fit the MPEG quantization coefficients in a non linear way.

**Keywords:** MPEG, quantization, Video on Demand, ATM, neural network.

## 1. Introdução

No panorama atual das tecnologia de redes de computadores, as redes ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)[1] tem se destacado por permitir a transmissão dos mais variados tipos de dados simultaneamente, tornando-se uma das opção tecnológica para aplicações multimídia em tempo-real que utilize o conceito cliente/servidor e que oferece mecanismos para controle efetivo da qualidade de serviço (QoS).

Em um sistema de vídeo sob demanda (VoD), o usuário deve poder acessar de sua casa ou trabalho, uma base de dados remota e selecionar o material que deseja assistir. Para que o vídeo selecionado seja transmitido, é necessário que a rede ATM esteja apta a garantir a transmissão com a qualidade desejada. O objetivo aqui é determinar uma técnica eficiente de diminuir, quando necessário, a taxa de bits dos arquivos de vídeos que serão transmitidos em tempo-real pela rede ATM. Para isso, considerou-se o sistema LDMD (Laboratório Distribuído de Multimídia sob Demanda)[2] desenvolvido pelo LARC, onde os vídeos a serem transmitidos já se encontram previamente codificados em MPEG-1 ou MPEG-2 (com qualidade máxima permitida pelo codificador) e armazenados em um servidor de vídeo ou em uma memória terciária. Durante a negociação para o estabelecimento da conexão ATM, é feita a verificação dos parâmetros de qualidade de serviço (QoS) que a rede poderá atender. Para que essa negociação seja otimizada, é feita a especificação de um "Servidor de Qualidade" (SoQ), que intermedia essa negociação, e reajusta os coeficientes de quantização do vídeo codificado em MPEG a partir de uma rede neural, possibilitando um ajuste não uniforme, levando em consideração as características perceptivas do ser humano e ainda se beneficiando do auto-aprendizado da rede neural para obter o ajuste mais eficiente. O benefício da utilização deste servidor de qualidade é o de dar ao usuário a opção de ter acesso ao material desejado, porém com uma qualidade diferente da original, em momentos em que a rede ATM não possa garantir a transmissão do material com a qualidade com que ele foi previamente codificado. A validade de tal proposta foi verificada a partir da simulação da rede

<sup>1</sup> Bolsista do CNPq-Brasil.

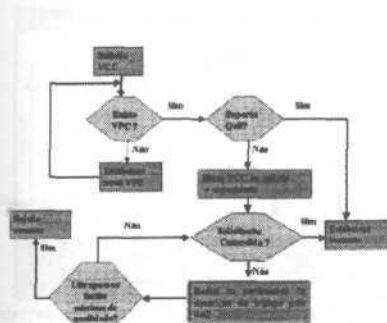


Figura 2: Diagrama de estabelecimento da conexão utilizando o SoQ.

## 2.2. Ajuste dos Coeficientes de Quantização

Apesar de haver muito menos flexibilidade no controle da taxa de transmissão do vídeo pré-codificado, é possível utilizar algumas técnicas para fazer esse controle. Tais técnicas são [4]: suavização do tráfego, escalonamento da resolução da frequência, escalonamento da resolução temporal, escalonamento da resolução espacial.

Na implementação do SoQ todas essas técnicas podem ser consideradas. No entanto, a principal contribuição deste trabalho se dá com a proposta de um método ainda não explorado para a implementação da técnica de escalonamento da resolução da frequência.

O processo básico consiste em desfazer as últimas etapas da codificação MPEG até obter os coeficientes resultantes da transformada discreta de coseno. Esses coeficientes são então "re-quantizados", utilizando-se coeficientes de quantização mais elevados, para obter a taxa de transmissão desejada. Resultados em [3] mostram que o processo básico consegue atingir redução da ordem de 20% da taxa de transmissão sem degradação significativa da imagem.

A inovação desta proposta está em utilizar uma rede neural, para fazer a alteração não linear, dos coeficientes de quantização. Esta proposta, teve como estímulo os grandes benefícios obtidos com sistemas que utilizam redes neurais. Dentre esses benefícios foram considerados o fato das redes neurais serem especialmente válidas para manipulação de dados não lineares e sua capacidade de auto-aprendizado.

As redes neurais tem sido largamente utilizadas para redução de ruído, reconhecimento, complementação e classificação de padrões, como voz e imagens, para previsão de comportamento de sistemas não lineares, para controle e otimização de sistemas, entre outras aplicações[6]. Mais recentemente, estão sendo desenvolvidas e publicadas pesquisas relacionadas a utilização de redes neurais para prever o comportamento e otimizar as redes ATM[7]. Detalhes sobre o funcionamento e o algoritmo da rede neural utilizada neste trabalho podem ser encontrados em [5].

## 3. Simulando o Modelo Proposto

A verificação da validade de utilização da rede neural para o ajuste dos coeficientes de quantização MPEG, foi feito por meio dos resultados obtidos com um simulador de rede neural comercial desenvolvido por Craig Jensen, denominado QwikNet32 [8].

O treinamento da rede neural criada no simulador, demonstrou que os dados de entrada convergem para os dados de saída esperados. O sucesso da simulação pode ser observado através do gráfico mostrado na figura 3(a). Este gráfico, que é criado pelo próprio simulador, mostra que os resultados esperados (primeira barra) são coincidentes às saídas obtidas (segunda barra). O gráfico mostra os resultados para os cinco conjuntos de dados, entrada/saída esperada, colocados no arquivo de entrada. Cada conjunto de entrada/saída corresponde à diferentes índices de qualidade da imagem e descritores de tráfego resultante da codificação do vídeo. A figura 3(b) mostra o gráfico da raiz quadrada média do erro pela porcentagem de padrões a que a rede foi submetida. Esse gráfico mostra que 80 % dos padrões apresentaram erro entre 0 e 0,11, e 20 % dos padrões apresentaram erro entre 0,22 e 0,33. Essa taxa de erro é considerada bem baixa, salientando o bom funcionamento de rede neural para o ajuste dos coeficientes de quantização MPEG.

neural definida na proposta, utilizando os coeficientes da matriz de quantização da compressão MPEG.

## 2. O Servidor de Qualidade - SoQ

O Servidor de Qualidade proposto aqui, deve ser implementado de maneira a otimizar a negociação da conexão para a transmissão de vídeo já previamente codificados em um sistema de VoD. A proposta prevê que durante a negociação, caso a rede não possa atender a descrição de tráfego (DoT) do vídeo a ser transmitido, o SoQ (Servidor de Qualidade) atue procurando alterar os parâmetros de descrição, até que a rede possa atender a requisição de transmissão, diminuindo o menos possível a qualidade do vídeo. Implantando o SoQ, teremos uma nova arquitetura para o sistema LDMD.

Os vídeos são armazenados no servidor de vídeo, já codificados com qualidade superior. O controle da taxa de bit feita pelo SoQ permite uma escalabilidade da qualidade do vídeo a ser transmitido. Esse controle pode ser feito em diferentes níveis (aplicando a técnica sobre os quadros I, ou P, ou B, ou todos). Desta forma, o parâmetro PCR (taxa máxima de células) de descrição do tráfego (DoT) da tecnologia ATM será diminuído, e consequentemente, os parâmetros MBS (tamanho máximo da rajada) e SCR (taxa média de células) também serão suavizados. Para que o ajuste seja feito adequadamente, o servidor de qualidade inclui um módulo de controle da taxa de bit (CTB), que deverá avaliar em que nível o SoQ deverá atuar para encontrar a taxa de bit desejada e o módulo de ajuste dos coeficientes de quantização (ACQ). O terceiro módulo que compõe o SoQ se destina a negociação e renegociação da conexão (NRC) para a transmissão pela rede ATM. O esquema da figura 1 ilustra os principais módulos de cada elemento do sistema.

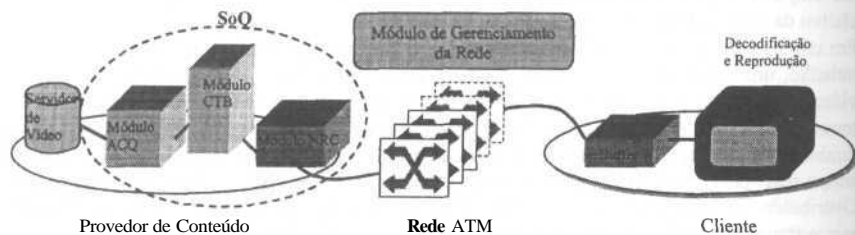


Figura 1: Sistema onde opera o SoQ decomposto em módulos.

### 2.1. Negociação e Renegociação da Conexão

No esquema proposto aqui, o cliente deve inicialmente se conectar ao sistema por meio de uma conexão com categoria de serviço ABR ou UBR. Após escolher o vídeo a ser transmitido, o cliente se desconecta e uma nova conexão será estabelecida entre o SoQ e o cliente, onde, desta vez, o servidor solicita a conexão. Desta forma, o SoQ terá controle sobre a conexão.

A conexão do sistema seguirá o esquema mostrado na figura 2, onde caso a solicitação não é atendida devido a falta de recursos ou de garantia de QoS, o SoQ entra em ação propondo valores reduzidos para os parâmetros de tráfego do vídeo *pré-codificado*. Ao se estabelecer a conexão, o vídeo será parcialmente decodificado e *recodificado* de outra forma, em tempo-real, afim de obter a taxa de transmissão máxima definida durante a negociação para o estabelecimento da conexão. A partir deste esquema de negociação da conexão é possível propor técnicas para a implementação de alocação dinâmica estatística ou *determinística*[5].

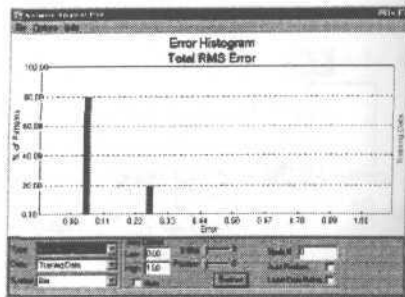
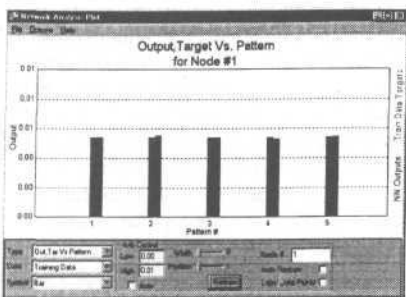


Figura 3: (a) Gráfico da saída da rede neural simulada, comparada a saída esperada e (b) da raiz quadrada média do erro pela porcentagem de padrões.

#### 4. Considerações Finais

A simulação da rede neural proposta e a observação de que ela converge, permite traçar os próximos objetos do projeto que é a implementação do módulo ACQ (ajuste dos coeficientes de quantização) do SoQ. Essa implementação, que deverá ser feita em linguagem C, utilizará como código base o software de simulação do Comitê MPEG-1 (ISO IS 11172-5).

Para garantir que, com a utilização do método de ajuste dos coeficientes de quantização, não haja uma degradação excessiva da imagem, deve ser definido um índice de qualidade. Esse índice será estipulado a partir de um teste subjetivo da qualidade de seqüências previamente preparadas. Portanto, a definição da qualidade mínima para esse sistema deverá ser feito a partir de um levantamento estatístico sobre a aceitação e tolerância da perda de qualidade em vídeos, utilizando clips de testes (que devem ser clips clássicos de testes de qualidade), de maior e menor complexidade computacional. Serão utilizados vários arquivos do mesmo clip, com qualidades diversas obtidas com o aumento progressivo dos coeficientes de quantização na codificação VBR MPEG. A recomendação CCRI 500-4, especifica os procedimentos que devem ser efetuados na aplicação deste tipo de teste[9].

#### 5. Bibliografia

- [1] ATM Fórum, Technical Committee, Audiovisual Multimedia Services: Video on Demand, Specification 1.0, Dec. 1995.
- [2] R.M. Silveira, C.B. Margi, L.G. Gonzalez, E. Favero, O.D. Vilcachagua, G. Bressan, and W.V. Ruggiero, *A Multimedia on Demand System for Distance Education*, International Conference on Technology and Distance Education, Fort Lauderdale - Florida, June 1999.
- [3] Y-S. Saw, P.M. Grant, J.M. Hannah and B. Mulgrew; "Video Rate Control Using a Radial Function Estimator for Constant Bit-Rate MPEG Coders", *Signal Processing: Image Comm.*, vol. 13, 1998.
- [4] D. Reiningger, G. Ramamurthy and D. Raychaudhuri, "VBR MPEG Video Coding with Dynamic Bandwidth Renegotiation", *IEEE International Conference on Communications*, pg. 1773-1777, 1995.
- [5] R.M. Silveira and W.V. Ruggiero, "Sistema de Ajuste dos Coeficientes de Quantização MPEG em Tempo-Real para Vídeo sob Demanda", Relatório Interno do LARC, EPUSP, São Paulo, 1999.
- [6] L.C. Wang, S.A. Rizvi and N.M. Nasrabadi; "A Modular Neural Network Vector Predictor for Predictive Image Coding", *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 7, nº 8, Aug. 1998.
- [7] R.G. Cheng and C.J. Chang; "Neural-network Connection-admission Control for ATM Networks", *IEE Proc. Commun.*, vol. 144, nº 2, April 1997.
- [8] C. Jensen, "QwikNet32", 1997, <http://www.kagi.com/cjensen>
- [9] Fu-Huei Lin and R.M. Mersereau; "Rate-quality tradeoff MPEG video encoder", *Signal Processing: Image Communication* vol. 14, Fev. 1999, pg. 297-309.