

Implementando Aplicações de Videoconferência em Redes de Computadores

Márcio Rodrigo Bordignon

(<http://www.networkdesigners.com.br>)

Implementando Aplicações de Videoconferência em Redes de Computadores

Introdução

Apenas 20 anos atrás, imaginar um mundo onde as pessoas comprariam a sua faixa musical preferida de um disco por meio de um teclado e uma tela semelhante á uma televisão era tão somente parte das especulações de futurólogos.

Os discos musicais ainda eram de vinil naquela época.

Atualmente é possível montar uma rádio pessoal na WEB, com músicas selecionadas pelo próprio usuário, para uso com o kit multimídia do microcomputador. Nada mais natural para o usuário de microinformática que utilizar os recursos multimídia de seu computador em ambiente de rede, para uso pessoal ou profissional.

Entre a aplicação doméstica e a profissional, existe a necessidade de amadurecimento da tecnologia. Os kits multimídia e o hardware para codificação de sons já existem há muito tempo, mas a implementação de serviço de Voz sobre IP é relativamente recente. Cada tecnologia tem seu momento, e este momento depende de diversos fatores - pressão da demanda, estabelecimento de padrões, custo, confiabilidade, entre outros.

Quando largura de banda e qualidade de serviço se tornarem populares a ponto de estar disponível a cada escritório ou residência, algumas das mais ousadas visões de futuro de 20 anos atrás se tornarão realidade. Até lá ainda haverá distinção entre o uso doméstico e o uso profissional das tecnologias multimídia para redes.

A demanda por aplicações profissionais de voz e vídeo em redes é antiga, e a tecnologia já está madura. Não se trata mais de questionar a implementação do serviço, mas como implementar. Este artigo pretende resumir os conceitos que envolvem a disponibilização de serviços de vídeo em redes de computadores, e está focado nas tecnologias disponíveis atualmente no mercado e no uso profissional da aplicação.

2 Planejando a implementação de serviços de vídeo

Implementar serviços de vídeo exige do projetista ou administrador de redes a escolha por tecnologias e soluções. Os fatores preponderantes nesta escolha estão detalhados abaixo.

2.1. Qualidade da Imagem

As sessões de videoconferência realizadas com o uso de WebCams por meio da Internet são inviáveis para ser utilizadas, por exemplo, como meio de diagnóstico ou suporte para uma cirurgia à distância.

Cada usuário tem seu tipo de necessidade, e cada necessidade demandará maior ou menor qualidade de áudio e vídeo. Os fatores que determinam a qualidade de uma sessão de videoconferência são:

- Quantidade de cores. Determina o número de bits utilizados para representar as diversas combinações de cores obtidas a partir da imagem original.;
- Resolução. Determina o tamanho da janela de vídeo, ou seja, a quantidade de colunas e linhas de pixels;
- Taxa de quadros por segundo. Define a qualidade da animação do vídeo. O olho humano é capaz de reter uma imagem, em média, por 40 milissegundos, o que significa que uma animação em “full motion” requer no mínimo 25 quadros por segundo. Quando exibida em televisores que montam a imagem por processo de varredura sem entrelaçamento esta taxa deve ser de 30 quadros por segundo

Aplicações como Telemedicina ou Educação à Distância exigem muita nitidez, *full motion* e tela cheia. Aplicações de vídeo sob demanda podem ficar armazenados em um servidor de vídeo à disposição dos usuários para reprodução na tela do computador. Neste caso, talvez uma pequena janela no vídeo seja suficiente, mas a qualidade da animação continua importante.

A importância em compreender a necessidade do usuário se deve à dois fatores que impactam diretamente no projeto de rede ou de sua expansão para este novo serviço:

- Quantidade de informação necessária para armazenar em formato digital o vídeo que será transmitido na rede, ou seja, a largura de banda;
- Os dispositivos multimídia (Câmeras, compactadores, CODECs) devem atender aos requisitos de performance para gerar a imagem com as configurações desejadas. No estágio atual da tecnologia, somente CODECs baseados em hardware conseguem gerar imagens à taxa de 30 quadros por segundo.

2.2. Custo

Em se tratando de aplicações profissionais, a relação custo/benefício da solução é fator preponderante. Exceto em casos particulares, os recursos para a implementação de um serviço de rede somente serão obtidos caso resultem em algum benefício direto (economia financeira ou maior qualidade para atendimento ao cliente, por exemplo).

A primeira preocupação é a realização de uma análise de retorno de investimento. Como regra geral, os custos de uma sessão de videoconferência são comparados aos custos de viagem (diárias e passagens aéreas) para aplicações de educação à distância. Outras aplicações (como vídeo sob demanda para bibliotecas digitais multimídia, por exemplo) consideram o custo de aquisição, distribuição e armazenamento de vídeo com meios analógicos como no caso de fitas VHS.

Em segundo lugar, deve-se considerar o custo dos equipamentos de videoconferência. CODECs para uso profissional ainda são dispositivos muito caros. A alternativa é o uso de soluções baseadas em software para computador, geralmente gratuitas, combinadas com dispositivos de captura de baixo custo (WebCams, por exemplo). Mas imagens de melhor qualidade (“full motion”) atualmente são obtidas apenas com o uso dos caros CODECs de hardware.

Em terceiro lugar, deve-se considerar o custo de utilização. Enlaces ISDN ou X.21 são tarifados pelo tempo de uso, o que pode inviabilizar economicamente a realização de longas sessões de videoconferência com alta qualidade de imagem.

2.3. QoS (QUALITY OF SERVICE)

As aplicações multimídia tem como característica a interatividade, o tráfego multimídia deve ser transmitido em tempo real. Para suportar aplicações multimídia, a rede deve oferecer capacidades de QoS, ou seja, deve garantir o atendimento à critérios de performance previamente estabelecidos.

Para o tráfego multimídia, são importantes:

- Largura de banda: após a compactação, vídeos coloridos com configuração de tela cheia e *full motion* demandam no mínimo 384 Kbps. Com 128 Kbps é possível realizar uma sessão de videoconferência com taxa de 15 quadros por segundo, e qualidade de áudio semelhante à de uma conversa telefônica. Em teoria, é possível realizar sessões de videoconferência a partir de 64 Kbps, mas na prática a qualidade de áudio e vídeo fica bastante comprometida. Para a obtenção de taxas menores é necessário diminuir o tamanho da janela (técnica de compressão por manipulação de captura)

- **Atraso:** é a soma da latência (o atraso de transmissão inserido pela rede) e do atraso do CODEC (codificação e compactação). O atraso prejudica a interatividade, e será sentido em maior ou menor grau dependendo da utilização do usuário. Idealmente, deve ser o menor possível. Quanto menor o esforço de compactação, menor o atraso de CODEC;
- **Variação do atraso:** pequenos atrasos até podem ser tolerados, mas o tráfego multimídia não tolera a variação do atraso – também conhecido como *jitter*. As consequências do *jitter* são a perda de sincronia e falhas (“buracos”) na transmissão. A eliminação do *jitter* é obtida com a priorização do tráfego, uso de buffers e técnica de *time-stamping*;
- **Taxa máxima de perdas:** pequenas perdas de informação são toleradas por aplicações multimídia, pois não comprometem o entendimento do usuário. Entretanto, após ultrapassar um limite máximo aceitável, pode introduzir os mesmos efeitos do *jitter* (falhas na comunicação). Em ambiente WAN, pode-se adotar como referência as taxas máximas de perdas de pacotes obtidas com o uso de enlaces Frame Relay.

2.4. Tecnologias Existentes

Quando surgiram as primeiras empresas fornecedoras de soluções de videoconferência em redes, o único tipo de enlace disponível com QoS e custo razoável era o ISDN. A partir de então, este se tornou o padrão *de facto* do mercado.

Para estas redes, foi desenvolvido pelo ITU o padrão H.320. Trata-se de um conjunto de protocolos que especifica a comunicação multimídia de áudio e vídeo fim-a-fim, cujo principal componente é o protocolo H.261.

H.261 é o responsável pela codificação e compactação de sons e imagens. Seu algoritmo é bastante similar ao da técnica MPEG, e prevê a geração de taxa constante de bits - ainda que para isto a qualidade do vídeo se torne variável (há alteração no número de quadros por segundo) - para uso com taxas de bits medidas em múltiplos de 64 Kbps, exatamente a largura de banda de um canal “B” do enlace ISDN, ou de um enlace X.21.

Os enlaces são combinados (por meio de um Inverse Multiplexer - IMUX) para a obtenção de maior largura de banda. Para vídeos com 30 quadros por segundo são necessários 384 Kbps, ou 3 links ISDN e um IMUX.

ISDN oferece um ambiente de baixo jitter, com largura de banda garantida e baixa taxa de perdas. É tarifado pelo tempo de uso, o circuito é ponto-a-ponto, e oferece a flexibilidade de permitir conexão com qualquer assinante da nuvem ISDN. A conexão é estabelecida de forma muito semelhante à um telefonema, basta informar o número do assinante e solicitar ao equipamento a discagem.

H.320 também pode ser utilizado sobre ambiente ATM. A vantagem é a alta largura de banda, que dispensa o uso do IMUX, muito mais caro que as interfaces ATM. Com alta largura de banda disponível, o algoritmo de compactação não necessita funcionar com eficiência máxima, o que diminui também o retardo de CODEC. E, finalmente, o ATM provê QoS fim-a-fim. Este é, sem dúvida, o ambiente ideal para suportar aplicações multimídia.

Enquanto utilizado como tecnologia de LAN, o ATM provê o QoS necessário para garantir o funcionamento da aplicação multimídia mesmo em uma rede com alto tráfego de dados. O problema do uso de videoconferência sobre ATM é o alto custo de links ATM de longa distância, pois os maiores benefícios da aplicação são obtidos justamente no uso em WANs. Caso o projetista opte por utilizar ATM neste cenário, deve considerar ainda o uso de CODECs padrão H.321

H.321 – este padrão é ligeiramente diferente do H.320, na verdade é uma otimização específica para o ambiente ATM. Outro aspecto a se considerar é a existência de uma rede pública baseada em ATM, condição necessária para organizações viabilizarem interconexão (e a realização de sessões de videoconferência com estas conexões) sem que tenham que fazer parte de uma mesma rede privada.

Mas o cenário mais comum no ambiente corporativo é formado pela utilização de redes padrão Ethernet e do protocolo TCP/IP. A grande base instalada e a tendência de mercado de convergência para estas tecnologias impõem aos fornecedores de soluções multimídia para redes a necessidade de se adaptar a este ambiente, sob pena de perder mercado.

A implementação de redes multiserviços com Ethernet e TCP/IP é um desafio, pois estes protocolos não oferecem suporte aos requisitos de QoS exigidos (largura de banda, atraso, variação do atraso e taxa máxima de perda de pacotes). A substituição dos protocolos por outros com capacidades de QoS resolve um problema mas cria outro – perde-se interoperabilidade.

Assim, dotar ambientes Ethernet e TCP/IP de capacidades de QoS exigidas por aplicações de videoconferência significa agregar mecanismos e recursos que permitam garantir banda, priorizar o tráfego, evitar colisões, segmentar a rede e rotear o tráfego de forma otimizada (uso de multicast, por exemplo).

Alguns destes itens serão obtidos com cuidados de projeto (segmentação da rede, por exemplo), outros implicam em uso de protocolos e/ou ativos de rede que possuam capacidades de QoS.

De forma bastante resumida, pode-se citar como cuidados mínimos o uso dos protocolos **RTP (Real Time Protocol)** e o **RTCP (Real Time Control Protocol)** para suporte à priorização do tráfego, o **RSVP (Resource Reservation Protocol)** para reserva de banda, e uso de multicast na LAN. Além disso, os roteadores deverão ter capacidade para priorizar o tráfego (por protocolo, porta, interface

ou criando um circuito virtual dedicado à conexão multimídia) e os switches deverão suportar recursos de camada 4 ou superior (para realizar a priorização do tráfego). Estas exigências sugerem o uso destes serviços na rede privada da organização (intranet), uma vez que é dentro de sua área de autonomia que o administrador da rede terá autonomia para configurar os componentes de forma à atender aos requisitos necessários.

O padrão desenvolvido pelo ITU para a utilização de multimídia em redes comutadas por pacotes é o H.323, cujo principal componente é o protocolo de compactação H.263. Este último é baseado no (e compatível com) protocolo H.261.

Utilizado em ambiente TCP/IP, fica clara a necessidade do H.263 ser mais eficiente que o H.261 para trafegar os dados da sessão de videoconferência com a mesma largura de banda, uma vez que o TCP/IP impõe maior overhead de encapsulamento.

Além das vantagens já citadas anteriormente (custo e base instalada do ambiente Ethernet e TCP/IP), deve-se considerar também a possibilidade de uso de soluções baseadas em computador (CODEC de software instalado em um microcomputador acoplado à uma câmera e kit multimídia), o menor custo dos equipamentos (dispensa IMUX e as caras interfaces ATM) e dos links (utiliza-se o mesmo link WAN da rede de dados, tarifada da forma mais conveniente – custo fixo, variável ou combinado) e a facilidade de integração com outras aplicações (Vídeo sob demanda, distribuição de vídeo para Internet).

As principais desvantagens estão no menor grau de QoS, a dificuldade de interoperar com pontos conectados por meio de núvens públicas, maiores exigências de performance dos CODECs em relação aos padrões H.320 e H.321 e necessidade de cuidados de projeto para a implementação dos serviços.

2.5. Interoperabilidade

Quando utilizadas soluções que adotam protocolos proprietários, a interoperabilidade fica comprometida ou limitada ao suporte oferecido pelo fabricante.

Supondo que a escolha da solução tenha adotado padrões abertos (como o H.320 e o H.323, por exemplo), três questões devem concentrar a atenção do projetista em relação à interoperabilidade.

A primeira se refere à necessidade de realizar uma sessão de videoconferência utilizando equipamentos baseados em diferentes padrões, quando será necessário o uso de gateways. Tipicamente este é o caso de uma expansão do parque multimídia instalado, onde os equipamentos mais novos em geral implementam padrão H.323 e os mais antigos utilizam H.320. Este também é o caso quando se torna necessário fazer com que um microcomputador ligado à

uma rede TCP/IP consiga interoperar com um CODEC H.320 em uma rede ISDN ou X.21.

A segunda diz respeito à necessidade de realizar sessões de videoconferência entre dois pontos que não estão na mesma rede privada, ou seja, dependem da utilização de uma nuvem pública para estabelecer a conexão ou o circuito. Atualmente, este cenário fica praticamente limitado ao uso de ISDN ou X.21 em função da falta de suporte à QoS nas demais redes públicas.

Finalmente, quando o administrador de rede é requisitado a implementar uma sessão de videoconferência entre um CODEC baseado em hardware e uma solução baseada em software, deve ter em mente que a qualidade de áudio e vídeo estará limitada à menor das capacidades, ou seja, ao tamanho de janela, quantidade de cores e taxa de quadros por segundo atingida pelo componente de menor performance. Recomenda-se também o uso da configuração de computador mais potente disponível à época, para minimizar o atraso introduzido pelo processamento da digitalização e da compactação realizada pelo software de videoconferência.

2.6. Escalabilidade (crescimento da solução)

A tendência de convergência atual aponta para o uso de TCP/IP, e na área de videoconferência não é diferente. Os fabricantes mais antigos, voltados para soluções baseadas em H.320 já possuem ao menos um modelo disponível no padrão H.323, e há fornecedores exclusivamente focados neste padrão.

Com o crescente aprimoramento dos mecanismos de QoS para redes Ethernet e TCP/IP, e o custo de links WAN caindo, o uso de H.323 na intranet é a solução mais indicada. Na extranet, porém, o padrão H.320 é a escolha obrigatória, uma vez que a Internet não oferece o QoS necessário. Os padrões para a Internet2 ainda estão sendo definidos, mas é provável que esta substitua os enlaces ISDN para a realização de videoconferências na Extranet em um futuro próximo.

Enquanto o cenário das redes públicas não fica definido, a melhor opção é adquirir equipamentos que suportem os dois padrões, ou seja, compatíveis com H.320 e com H.323. Assim, o investimento fica preservado, uma vez que é possível utilizá-lo na Intranet com TCP/IP e na Extranet com ISDN ou X.21, mas não de forma simultânea – não se trata de um gateway, mas sim de um CODEC compatível com mais de um padrão.

Sessões multiponto serão o passo seguinte à implementação do serviço, isto quando não fazem parte da especificação inicial.

Na LAN o uso de multicast evita a necessidade de envio de vários pacotes unicast, um para cada CODEC destino. Na WAN otimiza a topologia de distribuição dos pacotes (spanning tree). O multicast, entretanto, é uma capacidade de redes comutadas por pacotes.

Redes ISDN ou X.21 não possuem estas capacidades, necessitando de uma conexão ponto-a-ponto dedicada entre os participantes da sessão. Neste caso, o uso de um MCU (Multipoint Controller unit) é obrigatório, assim como a topologia (lógica) em estrela, com o MCU no centro.

Algumas soluções de software possuem suporte a sessões multiponto onde apenas um participante pode transmitir a cada instante do tempo. O controle da sessão é realizado por um dos pontos (o “administrador da conferência”), dispensando os custos de aquisição de um MCU – um dos componentes mais caros da arquitetura de vídeo para redes.

2.7. Topologia

Com relação à topologia física, projetistas de redes comutadas por pacotes devem procurar:

- A obtenção do menor número de saltos possível entre os dois pontos finais de conexão, de forma a diminuir a probabilidade de perdas e congestionamentos;
- A largura de banda em cada trecho da conexão, de forma a garantir o recurso requisitado pela aplicação;
- O uso de multicast, para evitar a necessidade de maior largura de banda (e custo, consequentemente) na WAN, e permitir o uso de soluções multiponto na LAN;
- Topologias que favoreçam o QoS. Na LAN Ethernet, a colisão deve ser totalmente evitada (ainda que exija o uso de um segmento Ethernet exclusivo para o CODEC);
- Projetos que adotem ativos de rede, topologias e protocolos que permitam isolar na mesma rede o tráfego multimídia dos demais, favorecendo o QoS.

Em redes ISDN ou X.21, topologia (física e lógica) é sempre ponto-a-ponto ou estrela no caso multiponto. Isto também é válido para a topologia lógica de redes multiserviços comutadas por pacotes, quadros ou células.

3. Enlaces de Rede

Recentemente teve início a comercialização de links de banda larga a custos baixos, utilizando as tecnologias ADSL ou Cable Modem. Um dos argumentos de venda destes novos serviços é a possibilidade de uso de áudio e vídeo em redes.

Caso o projetista esteja considerando o uso destes serviços para implementar videoconferência, deve atentar para os seguintes aspectos:

- O tráfego multimídia exige QoS, não apenas largura de banda;
- O ADSL é assimétrico, ou seja, a largura de banda em um sentido é diferente da largura de banda disponível no sentido contrário. Para suportar videoconferência, a menor das taxas deverá ser suficiente para acomodar o tráfego gerado pelo CODEC, uma vez que este último é simétrico. Alguns serviços de Cable Modem também são assimétricos;
- Ainda que o enlace possua garantia de banda ou QoS do ponto instalado em sua residência ou escritório até o backbone do provedor do serviço, deve-se conhecer as condições de QoS da rede entre o backbone do provedor e o(s) ponto(s) aos quais a aplicação irá se conectar.

Quanto aos tipos de enlace mais comuns, o conhecimento das características oferecidas pela tecnologia de conexão é de fundamental importância para que o projetista possa avaliar seu nível de QoS (Frame Relay, ATM, ADSL, Cable Modem, Ethernet, etc).

Outro fator a se considerar é o fato de que, em geral, as sessões de videoconferência em WAN adotam taxas que variam entre 128 Kbps e 384 Kbps. Com o uso de H.261/H.263, nenhuma melhora na qualidade é obtida a partir de 1,5 Mbps (largura de um enlace T1). Outras técnicas de compactação podem se beneficiar do uso de enlaces de maior capacidade. Neste caso, a maior largura de banda de um link Frame Relay – 2 Mbps – pode se mostrar inviável, o que exige o uso de mais de um link Frame Relay combinado ou o uso de ATM.

4. Soluções Disponíveis no Mercado

O mercado oferece atualmente ampla variedade de soluções. Para videoconferência baseada em computador, a maioria dos softwares é gratuito, e as WebCams mais atuais conseguem obter até 15 quadros por segundo a um custo extremamente baixo.

Os dispositivos multimídia (placas de som, câmeras, microfones, etc) em geral são responsáveis apenas pela digitalização, ficando todo o processo de codificação e compactação a cargo do processador. É importante, portanto, utilizar micros potentes e evitar a utilização simultânea de programas que forcem o compartilhamento ou escalonamento do processador.

A vantagem do uso de soluções baseadas em software – além do custo - é a facilidade de mudança ou atualizações de padrões, não ficando restrito ao H.323. As desvantagens são a menor qualidade e o maior retardo. Uma solução intermediária é a utilização de uma placa que implemente um CODEC H.323, liberando o processador das funções de codificação e compactação, utilizando o computador como interface de acesso à rede TCP/IP.

Os CODECs desenvolvidos para uso em auditórios, baseados em hardware, possuem melhor performance, e são os indicados – atualmente – para aplicações que exigem alta qualidade de áudio e vídeo (tela cheia e 30 quadros por segundo). Idealmente, devem implementar tanto o padrão H.320 quanto o H.323, para permitir o uso tanto na intranet quanto na extranet.

5. Conclusões

Atualmente o uso de serviços de vídeo nas redes de computadores depende mais de projetos adequados e de justificativas de custo e benefício do que de desenvolvimento tecnológico.

O mercado oferece ampla variedade de soluções, mas a implementação de videoconferência exige decisões de projeto com relação à escolha de padrões.

As soluções voltadas para redes comutadas por pacotes são mais baratas e flexíveis, e seguem a tendência atual de convergência, porém requerem cuidados de projeto (topologia, suporte á protocolos agregados, gerência efetiva da rede), sofrem com o menor grau de QoS destas redes e na prática limitam o uso de aplicações profissionais ao âmbito das redes privadas. Nada impede a conexão por meio da Internet de dois CODECs de auditório baseados no padrão H.323, mas não haverá garantias de QoS.

As redes ISDN ou X.21 possuem os requisitos de QoS demandados por este tipo de aplicação, porém sua natureza pode comprometer a escalabilidade em função de custos de link e de componentes, como o MCU, ou da falta de interoperabilidade com soluções de software baseadas em computadores, exigindo um gateway. Por outro lado, é atualmente a solução mais indicada para uso na Extranet ou quando a necessidade da aplicação se limita a poucas sessões de curta duração.

Em qualquer dos casos, o trabalho do projetista é de fundamental importância para apontar a escolha mais adequada, e deve iniciar determinando a qualidade de áudio e vídeo desejada, seguido do estudo da capacidade da rede existente em atender à aplicação de vídeo na qualidade especificada.

Deverá incluir também a realização de estudos de retorno de investimentos, simulações de custo com o uso de tecnologias e links diversos, previsão necessidades futuras e demandas de interoperabilidade, na rede privada (intranet) ou pública (extranet).

Referências

[ANDREW TANENBAUM, 1988]. TANENBAUM, ANDREW – “*Redes de Computadores*”, 3ª. Edição, São Paulo, Ed. Campus, 1998.

[CISCO, 2000]. “*Designing Networks for Multimedia*”,
<http://www.cisco.com>

[VTEL 1997]. VTEL: “*H.320: A Quality Requirement Guide*” – <http://www.vtel.com/news/info/resource/white/wpap1.ht>

[DAVE LINDBERGH, 1997]. LINDBERGH, DAVE. “*H.323 Technical Standards, Washington*”, 1997 - <http://www.picturetel.com>

[SBRC] - II Workshop RNP2 – Anais 2000 – 18º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores – Anais 2000, Belo Horizonte, 2000.

[JOBERTO MARTINS, 2000] MARTINS, JOBERTO. “*Qualidade de Serviço (QoS) em Redes IP: Princípios Básicos, Parâmetros e Mecanismos*”, Dr., UNIFACS, São Paulo, 2000.

[NORTEL, 2000], NORTEL. “*Network Architectures – White Paper : Videoconferencing*”. – <http://www.nortel.com> ,

[STARLIGHT, 1999]. STARLIGHT: “*Effect of Video on LAN Data Traffic*”. – <http://www.starlight.com>

[HANI ELGEBALY E JIM TOGA, 1998]. ELGEBALY, HANI E TOGA, JIM. “*Desmystifying Multimedia Conferencing Over the Internet Using the H.323 Set of Standards*”, M.Sc., Intel Architecture Lab, 1998.

[VTEL, 2000] VTEL: “*Achieving Payback with Videoconferencing: Total Cost of Ownership Analysis*”, 1999.