

CARACTERIZAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO DE VOZ PARA
REDES LOCAIS DE COMPUTADORES

- Wagner Luiz Zucchi, EPUSP, FDTE
End.: Cidade Universitária, "Armando Salles de Oliveira"
Setor Amarelo, Bloco N-2, Caixa Postal 11.455, São Paulo-SP

- Wilson Vicente Ruggiero, PhD, Scopus Tecnologia S.A
End.: Rua Bela Cintra, 881, 8º andar, Cerqueira Cesar
CEP.: 01415 - São Paulo - SP

RESUMO

Apresenta-se uma descrição das funções que devem ser realizadas por uma estação de voz genérica e a maneira como essas funções podem ser compatibilizadas com diversos tipos de redes locais existentes. Também são apresentadas técnicas que permitam a implementação dessas funções de forma independente do tipo de rede local.

INTRODUÇÃO

A utilização de redes de computadores para a transmissão de voz e a integração desse serviço com os serviços de dados previamente disponíveis já não são fatos inteiramente novos, pelo menos' do ponto de vista tecnológico. A idéia de digitalizar a voz humana e transmiti-la por pacotes saiu das bancadas dos projetistas e concretizou-se em diversos sistemas práticos (veja refs. 1, 2, 3, 4 e 5, por exemplo) que demonstram a construtibilidade e potencialidade dos sistemas de transmissão integrados.

A integração de serviços ganhou impulso com a proliferação das' redes locais de computadores. Nestes sistemas já existe uma capacidade de transmissão disponível maior do que a normalmente ' necessária para os serviços de dados, de modo que a integração' do serviço de voz resulta na economia imediata de um novo sistema de comunicação e em facilidade de interligação de diferentes sistemas.

A interligação de serviços de voz e dados não se faz, contudo, ' sem um certo compromisso que se reflete tanto no projeto de um sistema integrado quanto no seu desempenho.

Do ponto de vista de projetos, a integração do serviço de voz ' exige a inclusão, no sistema, de técnicas de tratamento de funções de tempo real que permitam atender aos requisitos específicos do serviço de voz (que é uma classe de serviço de tempo ' real). As características da voz humana já foram analisadas em artigo anterior (ref.6), onde conclui-se que um sistema de ' transmissão de voz por pacotes deve atender aos seguintes requisitos:

- a) O atraso fim-a-fim de transmissão de uma mensagem de voz de ve ser pequeno para não afetar a natureza interativa das conversações.

- b) A variância do tempo de transmissão das mensagens de voz deve ser pequena, de modo a não alterar a fluência e a continuidade da voz.
- c) A confiabilidade da transmissão de mensagens deve ser alta a ponto de garantir a inteligibilidade da voz. Todavia, esta confiabilidade é de ordem de grandeza mais baixa que a normalmente exigida para a transmissão de dados.

A maneira como as diversas redes locais têm sido projetadas ou adaptadas para atenderem a esses requisitos é bastante variada: Em geral, os projetos de novas redes buscam métodos de acesso ao meio de transmissão onde o atraso de transmissão de mensagens é limitado (como o método de passagem de 'token', por exemplo). Outra solução consiste em reservar a faixa de transmissão parcialmente para transmissão assíncrona (por pacotes) e parcialmente para transmissão síncrona (por multiplexação temporal). Esta divisão pode ser feita tanto em frequência como no tempo (ref.7).

Também redes que não foram originalmente projetadas para manipulação de serviços de tempo real têm sido adaptadas para integração dos serviços de voz. Assim, por exemplo, redes locais com métodos de acesso CSMA-CD (onde o atraso de transmissão não é limitado) já foram utilizadas para transmissão de voz (refs. 3 e 9).

Neste artigo apresentaremos uma abordagem nova para caracterizar uma estação de voz dentro de uma rede local. Esta abordagem baseia-se na separação dos níveis de transmissão dos níveis de tratamento de voz e de tratamento de dados. A fig. 1 apresenta um esquema dessa divisão de níveis.

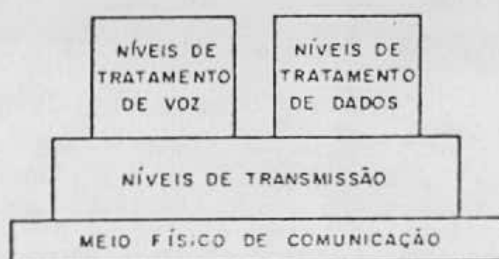


Figura 1

A característica mais importante desta abordagem é que os níveis de tratamento de voz são independentes dos níveis de transmissão, no sentido de que um pode ser trocado sem produzir alterações na implementação do outro. O relacionamento entre os dois níveis se dá apenas através de primitivas de interface, através das quais o nível de tratamento de voz solicita serviços ao nível de transmissão. É óbvio que esta abordagem constitui uma aplicação do modelo de referência para interconexão de sistemas abertos da ISO (ref. 10).

Todavia, para que o modelo proposto encontre aplicação numa larga gama de sistemas práticos, dois cuidados são necessários:

1. É preciso que o nível de transmissão possa atender aos serviços solicitados pelo nível de tratamento de voz. Caso contrário, o serviço de voz não pode ser implementado.
2. É muito conveniente que os serviços requisitados na interface não incluam características de tempo real rígidas. Caso contrário, os níveis de transmissão que não foram projetados para serviços de tempo real ficariam excluídos do modelo, diminuindo sua abrangência.

O objetivo deste trabalho consiste, inicialmente, em detalhar de forma quantitativa os requisitos do serviço de voz, de mo-

do a permitir uma definição exata dos serviços requeridos na interface com o nível de transmissão. Este detalhamento será feito na seção I deste artigo.

A seção II objetiva descrever o funcionamento interno dos níveis de tratamento de voz e a maneira como esse funcionamento pode ser adaptado de forma a ser compatível com diferentes níveis de transmissão.

I. NÍVEIS DE TRATAMENTO DE VOZ E INTERFACE COM OS NÍVEIS DE TRANSMISSÃO

Estudando os níveis de tratamento de voz, vê-se que eles possuem diversas funções que podem ser divididas em diversas camadas. A fim de manter a analogia com o modelo ISO, chamaremos essas camadas de níveis de apresentação, sessão e transporte. Dentro desse esquema, podemos dizer que o usuário do sistema de voz corresponde ao nível de aplicação do modelo ISO.

Detalharemos a seguir, de forma resumida as diversas funções atribuídas a cada nível. Uma exposição mais detalhada a respeito da necessidade dessas funções numa estação de voz pode ser encontrada nas refs. 6 e 11.

Nível de Apresentação

A tarefa básica do nível de apresentação é transformar as informações (voz analógica) recebidas ao nível de aplicação (usuário) num formato adequado para transmissão na rede digital (voz digitalizada e codificada) e vice-versa. Para tanto, o nível de apresentação deve implementar as seguintes funções:

- . Amostragem do sinal de voz analógico
- . Codificação do sinal amostrado (em PCM, por exemplo)
- . Montagem das amostras codificadas em pacote
- . Detecção de silêncio

- . Decodificação de amostras recebidas
- . Dar continuidade e naturalidade ao sinal de voz decodificado e enviado ao nível superior (usuário)

O nível de apresentação não se importa com o atraso das mensagens recebidas nem com a variância desse atraso. Ele vê os níveis inferiores como um sistema digital com características adequadas para a transmissão da voz humana. Ele realiza funções muito semelhantes às de um telefone digital, com exceção do empacotamento e da detecção de silêncio.

Nível de Sessão

Este nível é responsável pelo estabelecimento e manutenção das conexões de voz. O estabelecimento das conexões de voz consiste em ativar as estações de voz que devem participar de uma conexão e estabelecer os parâmetros de controle da conexão de acordo com as conveniências da rede. A tarefa de manutenção das conexões consiste em adaptar os seus parâmetros de forma a otimizar o desempenho da rede, além de controlar a troca de mensagens entre as estações de voz.

Desta forma as principais funções que podem ser arroladas para o nível de sessão são:

- . Estabelecimento das conexões de voz (é o equivalente da sinalização num sistema telefônico convencional).
- . Negociação dos parâmetros da conexão, no momento do seu estabelecimento, tais como:
 - tamanho dos pacotes
 - nº de pacotes utilizados para a detecção de silêncio
 - tamanho da fila de transmissão.

É importante observar que, embora as negociações desses parâmetros seja tarefa exclusiva do nível de sessão, o funcionamento das de-

mais camadas do nível de tratamento de voz é afetado pelo seus valores. Esses parâmetros constituem, portanto, uma base de dados comum a todo nível de tratamento de dados.

Adaptação dos parâmetros da conexão, enquanto a conexão está ativa, ao desempenho da rede. Esta função obriga a que o protocolo de sessão possua uma característica adaptativa, o que é pouco comum nos protocolos de transmissão de dados. A maneira como a monitoração da rede é feita será detalhada na sessão II deste artigo.

- . Montagem dos campos de controle dos pacotes
- . Encerramento de conexões

O nível de sessão admite que os níveis inferiores implementam um serviço de transmissão de mensagens com atraso e variância adequado à transmissão de voz. Todavia, o nível de sessão realiza uma supervisão do serviço fornecido pelos níveis inferiores e é capaz de alterar o seu comportamento, dentro de certos limites, caso o serviço oferecido não esteja atendendo os requisitos específicos da estação de voz.

Nível de Transporte

Este nível implementa as tarefas de transmissão das mensagens de voz e de adequação dos níveis de transmissão ao serviço de voz. As principais funções que pertencem a esse nível são.

- . Gerenciamento das filas de transmissão
- . Compensação da variância do atraso dos níveis inferiores
- . Sequencialização das mensagens para verificação de perdas

O nível de transporte não implementa mecanismos de recuperação de erros, nem se propõe a melhorar a confiabilidade oferecida pelos níveis inferiores, pois, na maioria dos casos, esta é suficiente

para a aplicação de voz. O nível de transporte apenas verifica a integridade das informações recebidas.

Comparando o nível de transporte de uma estação de voz com o nível de transporte de uma estação de dados, verificamos que ambos são conceitualmente semelhantes, no sentido de que procuram adequar a rede (serviços de transmissão de dados) às necessidades dos usuários. Todavia, enquanto para serviço de dados é a confiabilidade da rede que deve ser adequada, para voz a característica da rede mais crítica é a variância do atraso, que deve ser compensada pelo nível de transporte.

Desta forma, podemos dizer que o nível de transporte 'enxerga' os níveis de transmissão como um sistema com atraso médio adequado para a transmissão de voz, porém com variância inadequada. Esta característica permite à estação de voz ser conectada à maioria dos tipos de rede locais existentes.

A figura 2 apresenta as diversas camadas do nível de tratamento de voz, destacando o tipo de informação trocada entre as diversas camadas e as características que cada camada exige da camada inferior.

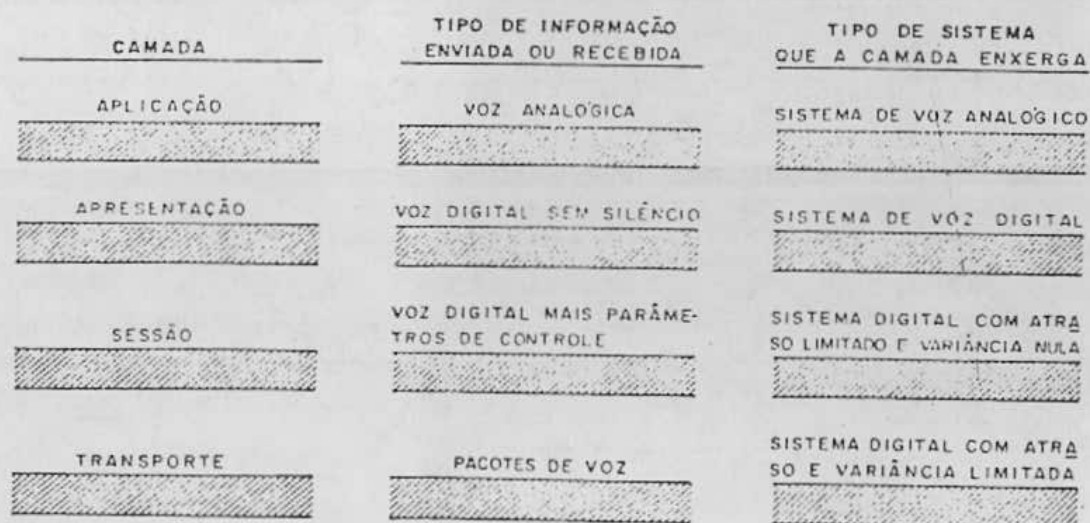


Figura 2 - Níveis da Estação de Voz

Interface com os Níveis de Transmissão

Uma vez definidas as funções dos níveis de tratamento de voz, resta definir de forma precisa a interface com os níveis de transmissão, para completar-mos a definição funcional da estação de voz.

É importante destacar que, além dos requisitos específicos do serviço de voz, os níveis de transmissão devem atender também aos requisitos do serviço de dados, que não estão analisados neste trabalho. Por essa razão, as características de interface apresentadas não definem completamente os níveis de transmissão.

Como já dissemos, o serviço de voz possui 3 requisitos básicos que devem ser atendidos pelos níveis de transmissão: o atraso das mensagens transmitidas, a variância desse atraso e a confiabilidade da transmissão. Esses requisitos podem, na verdade, ser introduzidos a 2, uma vez que as mensagens perdidas ou corrompidas na rede são equivalentes a mensagens infinitamente atrasadas.

Do ponto de vista do atraso de transmissão, diversos estudos (ref. 12) mostram que o atraso incorrido numa ligação local ponto-a-ponto, na rede telefônica convencional, é de ordem de 30ms e que este atraso não interfere na natureza interativa das conversações. Todavia, a introdução de novas tecnologias tais como a digitalização da voz e a transmissão por satélite, têm aumentado o atraso de comunicação vocal para valores em torno de 300ms (1 enlace de satélite) e a até mesmo 600ms (2 enlaces de satélite) sem que a degradação da qualidade de comunicação atinja níveis objetáveis.

Desta forma, podemos dizer que o serviço oferecido pelos níveis de transmissão deve possuir uma característica tal que a probabilidade do atraso de transporte (T_s) ser maior do que um dado valor T' seja desprezível, ou seja:

$$P(T_s \geq T') \leq C_1$$

$$C_1 \leq 0,02 \text{ (ref.8)}$$

O valor de T' é dado pelo atraso fim-a-fim, acima definido, menos os atrasos provocados pelo processamento na estação de voz. No nosso caso, este atraso é provocado principalmente:

- pela montagem dos pacotes. Se T_a é o tempo necessário para a produção de uma amostra de voz e n é o tamanho dos pacotes, então $n T_a$ (seg) é o tempo de montagem de um pacote.
- pela detecção de silêncio. Se a detecção de silêncio opera sobre k pacotes ($k \geq 1$), então ela produz um atraso adicional sobre a montagem de pacotes de $(k - 1) n T_a$ (seg) ($k \geq 1$) ou 0 se $k < 1$.
- pela compensação de variância, que introduz um atraso adicional (T_v) no máximo igual ao produzido pela detecção de silêncio.

Desta forma, podemos dizer que o atraso máximo tolerável nos níveis de transmissão é:

$$T' = T - T_v - k n T_a \quad (k \geq 1)$$

ou

$$T' = T - T_v - n T_a \quad (k = 1)$$

A figura 3 apresenta esta decomposição do atraso total na rede (são mostrados apenas os elementos da estação de voz que influem no atraso total).

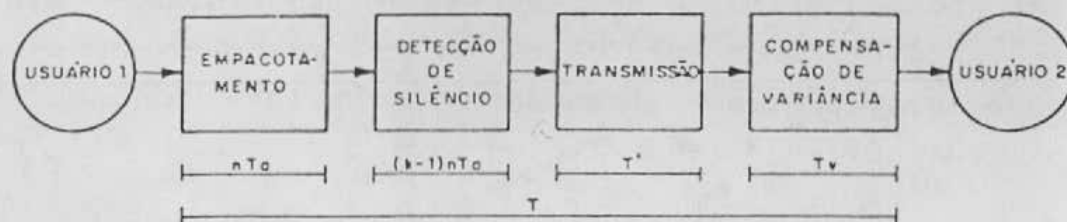


Figura 3 - Composição do Atraso de Transmissão

É importante observar que o critério de atraso total é crítico para o serviço de voz no sentido de que a qualidade do serviço de voz lhe está diretamente relacionada.

Ao contrário do critério de atraso, os requisitos de variação do atraso são mais difíceis de serem definidos, quer porque este problema não aparece nos sistemas tradicionais de voz quer porque os fatores subjetivos são de maior importância do que no caso do atraso absoluto.

Admitindo que o detector de silêncio opere com k pacotes ($k \in \mathbb{N}$) e que a compensação de variâncias opere com v pacotes ($v \in \mathbb{R}$), já vimos em artigo anterior (ref.6) que devemos ter $v < k$ para uma compensação de variância eficiente. Nestas condições, sendo t_0 o atraso médio de transmissão, o requisito de variância de atraso limitada pode ser expresso como

$$P(|T_s - t_0| > v n T_a) \leq C_2$$

É importante observar que o requisito de variância limitada enunciado pode ser atingido, numa dada rede, aumentando-se o valor de v , que é uma variável independente. Todavia, isso produz necessariamente um aumento do atraso fim-a-fim, pois:

- a) o atraso de compensação de variância T_v é igual a $vn T_a$.
- b) a restrição $v < k$ deve ser mantida e, portanto, aumentar o valor de v significa aumentar k e, em consequência, aumentar o atraso introduzido pela detecção de silêncio, que é igual a $k n T_a$.

Desta forma, podemos afirmar que o nível de transmissão de uma dada rede é compatível com o serviço de voz se, escolhido o menor atraso T_v que seja capaz de compensar a variância do atraso de transmissão, satisfizer o requisito de atraso absoluto.

Resta ainda, para que estes critérios possam ser utilizados na prática, obtermos alguma estimativa sobre o valor de C_2 . Infelizmente ainda não conhecemos dados experimentais que permitam avaliar diretamente o efeito da variância de atraso sobre a qualidade subjetivamente avaliada de uma conversação telefônica.

Todavia, uma vez que o efeito da variância de atraso não compensada é introduzir uma interrupção espúria na conversação, alguns dados podem ser obtidos dos estudos da CCITT sobre interrupções toleráveis nas conversações telefônicas (ref.13) e cujos resultados estão apresentados na ref.12.

Esses dados mostram que com 2,2 interrupções por minuto, com duração inferior a 50ms, o grau de serviço é considerado muito bom pelos usuários. Com frequência de interrupção em torno de 5,4 por minuto, ainda com duração inferior a 50ms, o grau de serviço é considerado aceitável.

Chamando de F a frequência de interrupções e sendo $1/nTa$ a frequência de pacotes de voz, podemos encontrar C_2 por:

$$C_2 = F \cdot n Ta$$

Considerando o caso mais rigoroso ($F = 2,2$ interrupções/minuto) numa estação de voz com codificação PCM, onde $Ta = 125 \mu s$ e admitindo $n = 100$, encontramos $C_2 = 0,046\%$.

Adotando o critério menos rigoroso ($F = 5,4$ interrupções/minuto), nas mesmas condições, chega-se a $C_2 = 0,1\%$.

Conforme discutido na ref.12, os critérios adotados para obtenção desses números são bastante conservadores porque aplicáveis à redes públicas de voz, porém eles servem como uma estimativa do grau de desempenho esperado de uma rede local.

II. OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DA VOZ

A estação de voz deve implementar as diversas funções relativas ao tratamento de voz. Nesta seção vamos descrever como a estação de voz pode adaptar o seu funcionamento numa rede onde as condições de tráfego são variáveis.

A estação de voz deve analisar o comportamento do atraso de transmissão e adaptar o seu funcionamento de modo a não deteriorar a qualidade da conversação objetivamente percebida pelos usuários. Isso é possível monitorando o estado da conversação. A figura 4 apresenta os estados possíveis de uma conversação.

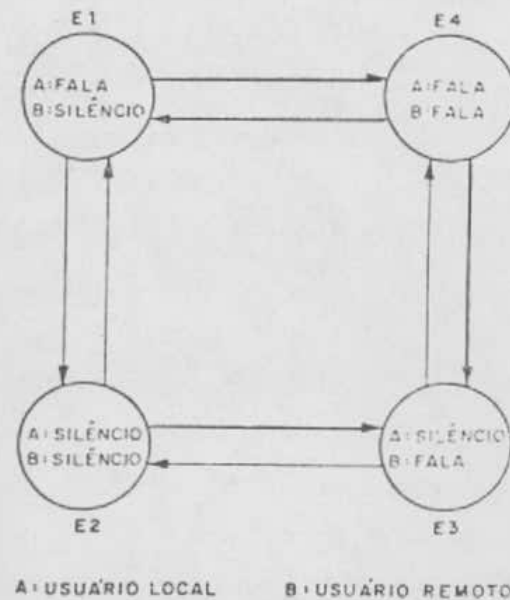


Figura 4 - Estado da Conversação

Como se vê, o estado de uma conversação é caracterizado pelos estados (fala/silêncio) de cada um dos parceiros envolvidos na conversação. A informação sobre o estado do usuário local é conhecida pela estação de voz observando o fluxo de informação que sai do codificador. A informação sobre o estado do usuário remoto, porém, é conhecida apenas de forma indireta, pelo fluxo de pacotes que chegam da rede

Observando a evolução do estado da conversação através do tempo, a estação de voz pode conhecer se está havendo variação de atraso não compensado ou atrasos excessivos na transmissão das mensagens.

a) Variância de Atraso

A estação que está recebendo mensagens de voz e, portanto, encontra-se nos estados E_3 ou E_4 , vai para os estados E_2 e E_1 , respectivamente, quando esse fluxo de mensagens é interrompido.

Esta interrupção pode ser provocada por duas razões:

- ou o usuário remoto parou de falar e, portanto, entrou no estado silêncio, e a estação remota deixou de enviar mensagens tão logo o silêncio foi detectado,
- ou o atraso sofrido pela próxima mensagem de voz não pode ser compensado (isso não significa, necessariamente, que o atraso é muito grande).

Quando a estação volta a receber mensagens de dados, ela examina o campo de controle dessa mensagem que lhe indica se houve ou não detecção de silêncio na estação remota. Em caso negativo, o atraso de compensação de variância deve ser aumentado e o tempo que a estação permaneceu no estado E_2 (ou E_1) é uma estimativa para esse atraso.

b) Atraso de Transmissão

Existem dois meios pelos quais uma estação de voz pode determinar se o atraso introduzido pela transmissão de pacotes é adequado a uma conversação:

- 1) Medindo o tempo decorrido entre o instante em que um pacote fica pronto e o instante em que o pacote é efetivamente passado para o meio de transmissão. Esta abordagem possui a desvantagem de não incluir o tempo de transmissão e o tempo de processamento na estação receptora na avaliação do atraso. Além disso é necessário uma interação entre os níveis de tratamento de voz e os níveis de transmissão, que reduz o

caráter genérico da estação de voz.

- 2) O momento de conversação onde o atraso absoluto de transmissão é crítico, ocorre quando um usuário para de falar e fica aguardando a resposta do usuário remoto. Naturalmente, entre esses dois eventos, existe um intervalo que não está sob controle das estações de voz e corresponde ao tempo de reação do usuário que estava ouvindo e que vai começar a falar.

De fato, nada impede que um dos usuários diga: - "Espere um pouco que eu já volto" e interrompa o fluxo normal da conversação, ficando ambas as estações de voz no estado E_2 indefinidamente.

Dessa forma, chamando de A a estação de voz do usuário que está falando e de B a estação de voz do usuário que estava ouvindo, podemos estimar o atraso de transmissão absoluto por:

- a metade do intervalo de tempo decorrido entre o instante em que a estação A sai do estado E_1 e o instante em que a estação A entra no estado E_3 , descontado o intervalo de tempo que a estação B permanece no estado E_2 .

Uma vez que o objetivo da estação de voz é apenas saber se o atraso absoluto ultrapassou um certo valor crítico, o método de estimar o atraso pode ser simplificado de acordo com os seguintes passos:

- 1) Quando uma estação de voz passa do estado E_1 para E_2 , ela liga um relógio (T_1). Se ela retorna ao estado E_1 antes de passar para E_3 , o relógio é desligado.
- 2) Quando uma estação passa de E_3 para E_2 , um relógio é acionado (T_2). Se a estação retorna ao estado E_3 antes de passar para E_1 , o relógio é desligado.
- 3) Quando uma estação passa de E_2 para E_1 , o relógio T_2 , se estiver ligado, é lido e seu valor é comparado com um valor constante, chamado tempo máximo de resposta do usuário (T_b). Se $T_2 < T_1$, então a primeira mensagem de voz é transmitida com um bit especial de controle marcado.
- 4) Quando uma estação recebe uma mensagem que a faz passar do estado E_2 para E_3 , ela examina o bit de controle descrito acima. Se ele estiver marcado, então o atraso absoluto fim-a-fim (T) é estimado por:

$$T \leq \frac{T_1 - T_b}{2}$$

Este algoritmo permite à estação de voz avaliar se o serviço que ela oferece é compatível com os requisitos do serviço de voz.

c) Perdas de Mensagens

Além dos requisitos específicos do serviço de voz, a estação de voz pode implementar também um mecanismo para detectar perdas de mensagens nos níveis de transmissão. Este mecanismo é útil porque o mecanismo de monitoração de atraso descrito não verifica o atraso individual de cada mensagem mas apenas o atraso na troca de sentido da conversação.

III. CONCLUSÕES

A Caracterização da estação de voz, que é dada nesse artigo, permite a definição formal da interface entre as estações de voz e os usuários da rede e do protocolo de comunicação entre as estações de voz.

Esse protocolo é constituído por 3 tipos de mensagens:

- mensagens de sinalização: que permite o estabelecimento, manutenção e sinalização das chamadas vocais.
- mensagens de voz: que contém a informação vocal codificada e os campos de controle para implementação das funções de monitoração da rede descrita acima.
- mensagens de controle: que são usadas para sincronização da operação das estações de voz durante as chamadas vocais.

A definição dos formatos das diversas mensagens utilizadas ultrapassa o escopo desse artigo, razão pela qual a deixamos para um trabalho futuro.

Uma vez caracterizada a estação de voz, a pergunta que resta é onde, isto é, em que redes, uma estação de voz assim definida pode ser utilizada e qual o desempenho que deve ser esperado de cada configuração. É evidente que a resposta está ligada às características estatísticas dos níveis de transmissão da rede em questão. Uma resposta quantitativa depende de simulação em cada caso.

Todavia, dada a característica hierárquica da nossa abordagem, a construção de um modelo para a rede fica facilitada, pois esse modelo pode seguir a mesma hierarquia e, em cada nível, precisam apenas ser modelados os aspectos que são relevantes para o serviço de voz. Em particular, nos níveis de transmissão não é necessário modelar a maneira como a transmissão para o meio físico é implementada, mas apenas as características estatísticas do tempo

de transmissão e a probabilidade de perdas que é esperada da rede. Desta forma, o modelo da sub-rede fica reduzido à função densidade de probabilidade do tempo de transmissão.

Agradecimentos

Agradecemos à EPUSP e à FDTE pelo apoio recebido e pelo ambiente propício à pesquisa.

Bibliografia

- 1) WEINSTEIN, C. J. e FORGIE, J. W. - "Experience with Speech Communication in Packet Networks" , IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-1, Nº 6, Dezembro 1983.
- 2) TOBAGI, F.A., BORGONOVO, F. e FRATTA, L. - "Expressnet: A High-Performance Integrated - Services Local Area Network". IEEE Journal on Selected Areas Communications, Vol. SAC-1, Nº 5, Novembro 1983.
- 3) LIMB, J. O. e FLAMM, L. E. - "A Distributed Local Area Network Packet Protocol for Combined Voice and Data Transmission", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-1, Nº 5 , Novembro 1983.
- 4) LI, S. Q. e MAJITHIA, J. C. - "Performance Analysis of DTDMA Local Area Network for Voice and Data", Computer Network, Vol.8 Nº 2, Abril 1984.
- 5) CASTUEIL, D. S., e outros - "The First All-in-One Local Network" , Data Communications, Agosto 1983.

- 6) ZUCCHI, W. L. e RUGGIERO, W. V. - "Integração de Voz e de Dados em Redes LOcais de Computadores", 2º Simpósio Brasileiro sobre Redes de Computadores, Campina Grande, PB, Abril 1984.
- 7) COVIELLO, G.T. e VENA, P. A. - "Integration of Circuit/Packet Switching by a SENET (Slotted Envelope Network) Concept, in Nat. Telecommun. Conf. Rec., 1975.
- 8) ROSAVIO, P. C., e outros - "Voice Transmission over an Ethernet Backbone", Proc. IFIP, 1982.
- 9) NUTT, G. J. e BAYER, D. L. - "Performance of CSMA/CD Network Under Combined Voice and Data Loads", IEEE Trans. Commun., Vol. COM-30, Janeiro 1982.
- 10) ISO/TC97/SC16 - "Reference Model of Open Systems Architecture", Doc. N227, Junho 1979.
- 11) MUSSER, J.M., LIV, T. T., LI, L. E BOGGS, G. J. - "A Local Area Network as a Telephone Local Subscriber Loop", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-1, Nº 6, Dezembro 1983.
- 12) GRUBER, J.G. e LE, N. - "Performance Requirements for Integrated Voice/Data Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. SAC-1, Nº 6, Dezembro 1983.
- 13) CCITT Contrib. COM CMBD, Nº 36-E, "Quality of Speech Impaired by short Interruptions, KDD, Junho 1982.

Wagner Luiz Zucchi
EPUSP-FDTE

Wilson Vicente Ruggiero, PhD
Scopus Tecnologia S.A