

Uma análise da capacidade de transmissão de voz em redes IEEE 802.11 no modo ad-hoc

Marcel William Rocha da Silva e Marcelo Gonçalves Rubinstein

Resumo—A capacidade de transmissão de voz em uma rede sem fio de comutação de pacotes é influenciada por vários fatores. Este trabalho apresenta testes de transmissão de voz em pacotes em uma rede 802.11 no modo ad-hoc. O objetivo dos testes foi verificar os efeitos gerados na capacidade de transmissão de voz pela variação do tamanho do quadro de voz, pela inserção da técnica de supressão de silêncio e pela utilização de codificadores com baixa taxa de geração de pacotes, como o G.723.1.

Palavras-Chave— Transmissão de voz, Redes sem fio.

Abstract—A number of aspects damage voice transmission capacity over a packet switching wireless network. This work presents voice transmission tests over a packet switching wireless network in ad-hoc mode. The goal of these tests is to check the effects in transmission capability when changing the codec packet size, including silence suppression technique and using codecs with low packet generation rate, like G.723.1.

Keywords— Voice transmission, Wireless networks.

I. TRANSMISSÃO DE VOZ EM PACOTES

Em várias redes de comutação de pacotes o acesso ao meio é compartilhado através de um método de acesso. Este é o caso das redes do padrão IEEE 802.11, que utilizam o método de acesso CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance*) [1]. No CSMA/CA a estação que quer transmitir deve *escutar* o meio por um determinado tempo, se o meio permanecer livre o quadro é transmitido. Cada quadro transmitido deve ser confirmado, e caso não receba a confirmação, deve ser retransmitido.

A transmissão de voz nas redes de comutação de pacotes não é uma tarefa simples. O sinal analógico de voz deve passar por um processo de digitalização, onde ele é codificado em uma seqüência de bits. Os dados resultantes desse processo são armazenados até que seja atingido o valor do tamanho do quadro predeterminado no codificador [2].

O mais simples dos codificadores é definido pela ITU (*International Telecommunication Union*) na norma G.711 e utiliza a codificação PCM (*Pulse Code Modulation*). Neste codificador, usualmente, a voz codificada possui uma taxa de 64 kbps com quadros de 160 bytes de tamanho [3]. Outros codificadores utilizam técnicas mais sofisticadas de codificação e compressão, como o G.723.1, que gera quadros de voz de 158 bits a uma taxa de 5,3 kbps [3].

Outra técnica que pode ser utilizada nos codificadores é a de supressão de silêncio. Em uma conversação usual fala-se aproximadamente 40% do tempo [3]. Esta técnica tem como objetivo evitar que o codificador gere informação redundante

Marcel William Rocha da Silva (aluno de Iniciação Científica da Universidade do Estado do Rio de Janeiro de agosto de 2003 até julho de 2004), Grupo de Telemática e Automação, Programa de Engenharia Elétrica, Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. Marcelo Gonçalves Rubinstein, Departamento de Eletrônica e Telecomunicações, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. E-mails: marcel@gta.ufrj.br, rubi@uerj.br. Apoio: PIBIC/UERJ.

referente aos períodos de silêncio dos interlocutores, deixando de gerar quadros nestes intervalos.

A transmissão de voz em pacotes é afetada por alguns problemas presentes nas redes de comutação de pacotes, como o atraso total na comunicação. O atraso total é um somatório dos tempos de codificação/decodificação, de processamento dos quadros pelas camadas inferiores, de transmissão, de propagação e de espera em filas [2]. O atraso em comunicações em tempo real pode ser tolerado até um limite no qual a interatividade não seja afetada. O ITU define algumas recomendações de valores de tolerância para o atraso na transmissão, apresentados na Tabela I.

TABELA I

TOLERÂNCIA AO ATRASO TOTAL [2].

Atraso Total	Tolerância
Até 150ms	Aceitável - boa interatividade
150ms - 400ms	Aceitável - alguma perda de interatividade
Mais de 400ms	Inaceitável

Vale destacar que o tamanho e taxa com que os quadros são gerados na aplicação afetam diretamente a qualidade da comunicação. Se os quadros gerados são pequenos, o atraso na codificação diminui. Por outro lado, quadros pequenos aumentam o efeito do *overhead*, diminuindo a vazão máxima suportada pela rede. Então existe um compromisso entre tamanho dos quadros e a frequência com que eles são gerados.

Para a viabilização da transmissão de voz em redes IEEE 802.11 no modo ad-hoc, faz-se necessária uma análise da capacidade de transmissão de voz em uma rede experimental.

II. AMBIENTE DE TESTES E METODOLOGIA

Para a realização dos testes foram utilizados dois computadores PC compatíveis com o sistema operacional Windows XP equipados com placas de rede sem fio do padrão IEEE 802.11b da D-Link, uma DWL-122 e uma DWL-650. As duas placas foram posicionadas a uma distância de aproximadamente dois metros, sem obstáculos físicos entre elas. O programa utilizado nos testes foi o Chariot 5.0 da NetIQ [4]. Este programa possui um módulo de voz sobre IP que permite gerar tráfegos de voz de acordo com as especificações da ITU.

No primeiro teste realizou-se o aumento da quantidade de fontes de voz com o codificador G.711. O segundo teste foi de variação do tamanho do quadro gerado no codificador. Neste teste foi utilizado o G.711 com 15 fontes de voz. O terceiro teste apresentado é o de verificação do efeito da inserção da técnica de supressão de silêncio no codificador G.711. Foi definida uma porcentagem de 40% de atividade de fala e variada a quantidade de fontes de voz. Por fim será apresentado o teste de verificação dos efeitos da variação da quantidade de fontes de voz com o codificador G.723.1.

Em cada teste foram realizadas dez medições de dois minutos de duração em cada configuração, que é o tempo

usual de uma conversação em uma comunicação de voz. Os resultados apresentados são os valores médios com um intervalo de confiança de 95%.

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os resultados do atraso total na comunicação com o codificador G.711. Pode-se perceber que o aumento da quantidade de fontes de voz gerou um aumento do atraso total. Isto foi consequência do aumento da carga na rede, devido ao aumento da quantidade de tráfego gerado, que tornou maior a solicitação de acesso ao meio. Para mais de 20 fontes de voz, o atraso total já ultrapassa o limite de perda de interatividade de 400 ms, de acordo com a Tabela 1.

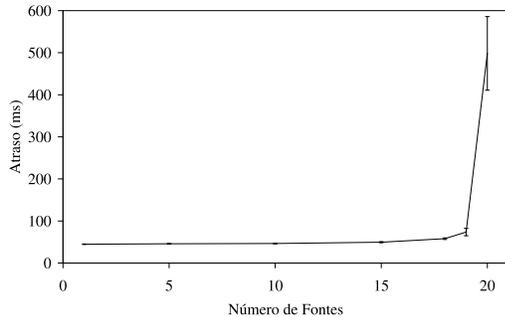


Fig. 1. Atraso total em função da quantidade de fontes de voz com o G.711.

O teste de variação do tamanho do quadro gerado no codificador forneceu os resultados apresentados na Figura 2. Os resultados obtidos mostram que a diminuição do tamanho do quadro gerou um aumento no atraso total. Isto ocorreu porque os quadros passaram a ser gerados com maior frequência, levando a um aumento na quantidade de pacotes trafegados e, consequentemente, a um aumento do *overhead*. O *overhead* inserido pela diminuição do tamanho do quadro não é resultado apenas do aumento da quantidade de cabeçalhos em relação a quantidade de dados úteis, mas também do aumento da relevância do tempo entre quadros do CSMA/CA.

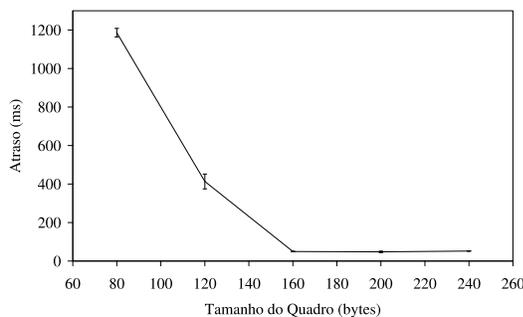


Fig. 2. Atraso total em função do tamanho do quadro gerado no codificador com G.711.

Na Figura 3 estão os resultados da ativação da supressão de silêncio no G.711. Pode-se perceber que a utilização da supressão de silêncio manteve o atraso total praticamente constante. A diminuição da carga na rede permite que a quantidade de fontes de voz seja aumentada sem que se aumente o atraso total, pelo menos até 20 fontes de voz. Isto é resultado da diminuição da probabilidade de todas as fontes de voz tentarem acessar o meio simultaneamente.

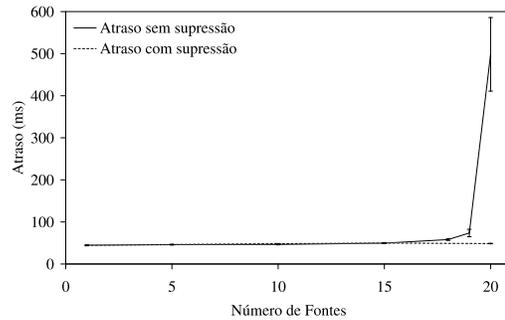


Fig. 3. Atraso total para o G.711 com e sem supressão de silêncio.

A Figura 4 apresenta os resultados do teste de variação da quantidade de fontes de voz com o G.711 e G.723.1. Para até 19 fontes de voz o codificador G.711 obteve um menor atraso total que o G.723.1. Isto se deve ao tempo de geração dos pacotes com o G.711. Por utilizar uma codificação mais simples, ele gera os pacotes mais rapidamente. Em contrapartida, para 20 fontes ou mais, o atraso total do codificador G.711 ultrapassou o do G.723.1. Isto é resultado da saturação do meio de transmissão devido a maior taxa de geração dos quadros do G.711, que tornou mais difícil o envio dos quadros.

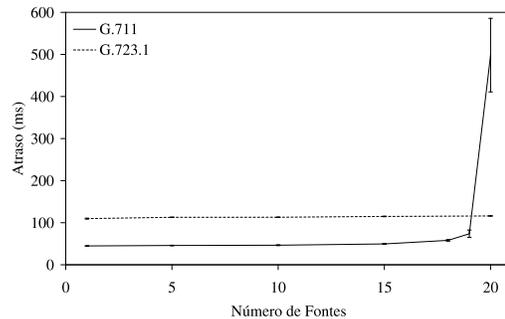


Fig. 4. Atraso total com o G.711 e G.723.1.

IV. CONCLUSÕES

Os testes realizados mostram que a maior influência na capacidade de transmissão de voz em uma rede sem fio 802.11 no modo ad-hoc é o aumento da carga. Uma possível solução para este problema pode ser a utilização de codificadores que utilizem uma baixa taxa de geração de quadros, para que haja pouca carga na rede. Outra possibilidade é a utilização de técnicas como a supressão de silêncio que também diminuam a carga inserida na rede. A importância da utilização dessas técnicas para a diminuição dos efeitos no atraso total é comprovada a partir dos testes apresentados neste trabalho.

Em trabalhos futuros o interesse é a avaliação da capacidade de transmissão de voz em uma rede com várias estações. E, além disso, a inserção de outros tipos de tráfego, visando o estudo de mecanismos de priorização para o tráfego de voz.

REFERÊNCIAS

- [1] *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*. IEEE Standard 802.11, 1999.
- [2] P. B. Velloso, *Transmissão de voz em redes Ad-Hoc*. Tese de mestrado COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, agosto de 2003.
- [3] O. Hersent, D. Gurle, J. P. Petit, *Telefonia IP*. Addison Wesley, 2002.
- [4] *NetIQ: Chariot*. Disponível em <http://www.netiq.com/products/chr/default.asp>. Acesso em 14 de agosto de 2004.