

Estudo da Distribuição Temporal das Perdas de Pacotes e o Seu Impacto na Qualidade de Voz

Carlos Henrique Pereira e Demóstenes Zegarra Rodriguez, *Senior Member, IEEE*

Resumo— O serviço de comunicações de voz sobre IP (VoIP) sofre diferentes tipos de degradações na transmissão, como perda de pacotes, atrasos e variações de atrasos. Diversos estudos alegam que a perda de pacotes é um dos fatores mais degradantes; porém, o impacto da distribuição e a localização temporal dessas perdas em um segmento de fala não foram determinados. Neste contexto, este artigo apresenta resultados que demonstram a importância de conhecer a distribuição das perdas de pacotes para determinar com maior exatidão um índice de qualidade MOS.

Palavras-Chave—VoIP, Qualidade de Voz, MOS, Probabilidade de Perda de Pacotes.

Abstract— Voice over IP communication service suffers different types of impairments during transmission, such as packet loss rate, delays and jitters. Several studies point that packet loss rate is one of the most impairment factor; however, the impact of distribution and temporal location of these losses during a speech segment were not determined. In this context, this paper presents results that demonstrate the relevance of know the packet losses distribution to determine with more accuracy the MOS quality index.

Keywords—VoIP, Voice Quality, MOS, Packet Loss Rate.

I. INTRODUÇÃO

O serviço de comunicação de voz sobre IP (VoIP) possui um alto número de usuários, tanto particulares quanto corporativos, por ser um serviço de menor custo em relação as comunicações baseadas em redes de telefonia comutada. Nos últimos anos, com a convergência de redes, as redes IP foram incorporadas na arquitetura das redes de telefonia; dessa forma, o uso das comunicações VoIP continuará aumentando.

Nas redes IP podem existir diversos tipos de problemas como, congestionamento dos equipamentos roteadores, falhas físicas no meio de transmissão, escassa largura de banda, entre outros. Esses problemas originam degradações no sinal transmitido, que para o caso de uma chamada VoIP, os principais são: a taxa de perda de pacotes (ou PLR, do inglês, *Packet Loss Rate*), atrasos e variações de atrasos. Existem diversos estudos [1-3] que relacionam o PLR com índice de qualidade de voz (ou MOS, do inglês, *Mean Opinion Score*) durante uma chamada de VoIP. Porém, não consideram o impacto que tem a distribuição temporal das perdas de pacotes na qualidade da voz; por exemplo, para um mesmo PLR, dependendo da distribuição das perdas o índice MOS pode variar.

O modelo de Gilbert-Elliot [4], baseado na cadeia de Markov de dois estados, é utilizado para determinar diversos padrões de perda de pacotes, ou seja, perdas concentradas em curtos segmentos de tempo, conhecidas como rajadas, e as perdas distribuídas em segmento de maior duração, ambas contendo o mesmo número de pacotes perdidos no segmento total de voz estudado. Para a determinação do índice MOS, métodos objetivos e subjetivos de avaliação de qualidade de voz são utilizados. As métricas objetivas são divididas em intrusivas e não intrusivas. A primeira delas precisa dos sinais original e degradado, para comparação; e as métricas não intrusivas só precisam do sinal a ser analisado. As métricas intrusivas, como a descrita na recomendação ITU-T P.862 [5] possuem uma melhor correlação com resultados de testes subjetivos, em relação com os métodos não intrusivos, como a recomendação ITU-T P.563 [6].

O objetivo principal deste trabalho é apresentar, por meio de resultados experimentais, a importância do estudo da distribuição das perdas de pacotes e sua relação com os índices MOS, e também, a localização temporal destas.

As próximas seções desse artigo apresentam a metodologia utilizada nos testes, os resultados obtidos e finalmente as conclusões.

II. METODOLOGIA E RESULTADOS

Neste trabalho, diferentes distribuições de PLR, utilizando o modelo de Gilbert-Elliot apresentado em (1) e (2), são utilizadas para implementar diferentes padrões de perda.

$$p = P(q_t = R | q_{t-1} = B); r = P(q_t = B | q_{t-1} = R) \quad (1)$$

$$PLR = p / (p + r) \quad (2)$$

Onde, r é a probabilidade de passar de um estado ruim (R), que indica perda de pacote, para um estado bom (B), que representa sucesso na entrega do pacote; p é a probabilidade de passar de B para R; e q_t denota o estado no instante t . Assim variando p e r , podemos obter diversos padrões de perda, como apresentado nas Figuras 1 e 2, na quais o número de amostras foi limitado para 1000.

Como pode ser observado nas Figuras 1 e 2, dependendo da probabilidade de passar de um estado bom a um ruim e vice-versa, a distribuição temporal das perdas de pacotes varia. Estas configurações de distribuição de PLR foram utilizadas nos testes experimentais.

Carlos Henrique Pereira e Demóstenes Zegarra Rodríguez, Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, Brasil, E-mails: carlos080294@gmail.com, demostenes.zegarra@dcc.ufla.br. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) através do Processo no.2012/24789-0. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) no. 307633/2011-0.

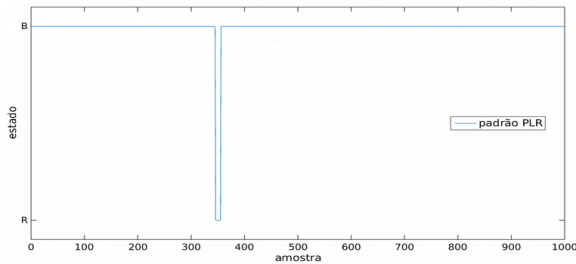


Fig. 1. Padrão PLR=1%; P(R→B)=10%; P(B→R)=0.10101%

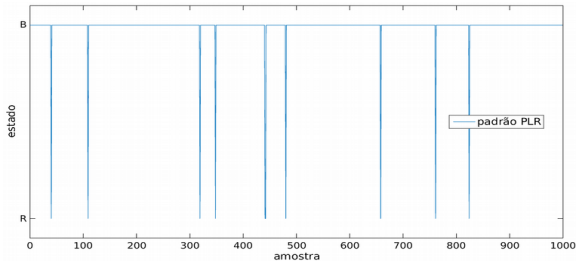


Fig. 2. Padrão PLR=1%; P(R→B)=75%; P(B→R)=0.75758%

Os testes foram realizados utilizando a base de dados disponibilizada em [5]. Esses áudios têm as características de uma conversação telefônica, ou seja, apresentam segmentos de silêncio entre falas. Para detectar os segmentos de voz utilizou-se o algoritmo VAD proposto em [7]. Os valores de PLR foram: 0.1% até 1.0% com passos de 0.1%, de 1% até 10% com passos de 0.25%, 12%, 15%, 17% e 20%; e os padrões de perda utilizados nos testes experimentais para cada valor de PLR são apresentados na Tabela I.

TABELA I. PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE PERDIDA DE PACOTES

	P(R → B)
Padrão PLR 1	10%
Padrão PLR 2	25%
Padrão PLR 3	50%
Padrão PLR 4	75%
Padrão PLR 5	99%

Considerando a distribuição de PLR, pode-se ter três cenários em relação ao segmento onde as perdas estão distribuídas. Na Fig. 3 são apresentados dois cenários, um onde as perdas atingem apenas segmentos de voz e outro onde as perdas atingem apenas segmentos de silêncio.

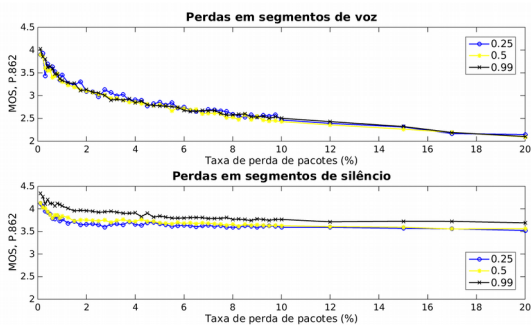


Fig. 3. Cenários de PLR localizados em segmentos de voz e silêncio

A Fig. 4 apresenta o cenário onde as perdas atingem tanto segmentos de voz como segmentos de silêncio e são apresentados três cenários de distribuição temporal de perda pacotes utilizando o modelo de Gilbert-Elliott para todos os valores de PLR indicados anteriormente.

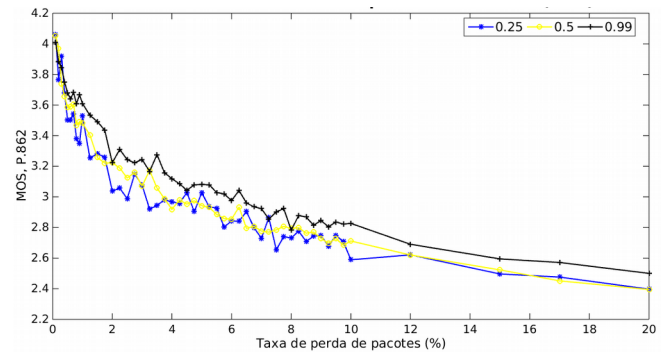


Fig. 4. Índices MOS para diferentes padrões e valores de PLR

Como pode-se notar pelos resultados (Fig. 4) a distribuição dos pacotes perdidos influenciam na qualidade final de um sinal de voz em uma comunicação VoIP.

III. CONCLUSÕES

Os testes experimentais demonstraram que quando as perdas estão mais dispersas tem um índice MOS superior que quando elas estão concentradas. Também, como esperado, as perdas localizadas em um segmento com voz são mais degradantes que as localizadas em segmentos de silêncios.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Ciências da Computação da Universidade Federal de Lavras pela motivação na pesquisa em Qualidade de Sinais Multimídia.

REFERÊNCIAS

- [1] Harte, N., Gillen, E., Hines, A., TCD-VoIP, a research database of degraded speech for assessing quality in VoIP applications. In Proc. of IEEE Quality of Multimedia Exp., pp.1-6, Greece, May, 2015
- [2] Rodriguez, D. Z; Ramirez, M. A. VoIP Quality Improvement with a Rate-determination Algorithm. In Proc. of International Workshop on Telecommunications - IWT, MG, Brazil, 2009.
- [3] Rodriguez, D. Z; Ramirez, M. A. Determinação do comportamento de codificadores em diferentes condições de rede em cenário experimental. In: XXVI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações, RJ, Brasil 2008.
- [4] E. O. Elliott, "A Model of the Switched Telephone Network for Data Communications," Bell Sys. Tech Journal, pp. 89-109, Jan 1965.
- [5] ITU-T Rec. P.862, Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrowband telephone networks and speech codecs. <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.862/en>.
- [6] ITU-T Rec. P.563, Single-ended method for objective speech quality, assessment in narrow-band telephony applications, May, 2004. Disponível em: <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.563/en>
- [7] Z.-H. Tan and B. Lindberg, "Low-complexity variable frame rate analysis for speech recognition and voice activity detection." IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol. 4, no. 5, pp. 798-807, 2010.