



CAPACIDADE DO PROTOCOLO IEEE 802.11 DCF EM DESVANECIMENTO KAPPA-MU

Rafael Augusto Pedriali (PIBIC/CNPq/Uem), Elvio João Leonardo (Orientador), e-mail: ejleonardo@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Área e subárea: 30400007 - Engenharia Elétrica, Telecomunicações - 30406005.

Palavras-chave: Cadeia de Markov, Ambiente de Desvanecimento, Efeito de Captura.

Resumo

Este trabalho investiga o desempenho da capacidade de uma rede sem fio aplicado sobre o protocolo IEEE 802.11 na configuração DCF, incluindo o efeito de captura do sinal para o ambiente de desvanecimento $\kappa - \mu$, que possui maior flexibilidade aos ajustes estatísticos do que os modelos tradicionais. Os resultados são obtidos por métodos analíticos, estatísticos e numéricos, e apresentam-se na forma gráfica para a melhor compreensão do tema considerado.

Introdução

As Redes locais sem fio é uma área que vem crescendo significativamente ao longo dos últimos anos, em parte estimulada pela flexibilidade de acesso as estações, pela redução dos custos nos projetos, e pela ascensão dos protocolos de rede sem fio, em especial o protocolo IEEE 802.11. Devido à acessibilidade e comodidade fornecida, o protocolo IEEE 802.11 tem apresentado uma demanda crescente, de forma que a procura por eficiência tem se tornado um aspecto importante, levando a transferências de dados com taxas cada vez mais altas, a representações mais realistas do canal, e ao desenvolvimento de técnicas de prevenção de colisões (Gast, 2005).

O Controle de Acesso ao Meio (em inglês, MAC ou *Medium Access Control*) é uma subcamada cujo objetivo é suportar acessos múltiplos em um meio compartilhado sem fio, e pertencente à arquitetura TCP/IP. No caso do protocolo IEEE 802.11 estruturado na Função de Coordenação Distribuída (em inglês, DCF ou *Distributed Coordination Function*), a subcamada MAC é baseada no método Acesso Múltiplo com Sensoriamento da Portadora com Prevenção de Colisão, (em inglês, CSMA/CA ou *Carrier Sense Multiple*



Access with Collision Avoidance) que busca prevenir a ocorrência de colisões através da Cadeia de Markov.

A Cadeia de Markov é caracterizada através de processos aleatórios submetidos a transições de estados, de modo que os estados passados não interferem sobre os estados futuros, apenas o atual tem influencia ao seu próximo estado. O método de acesso do protocolo emprega três estratégias: Espaçamento Entre Quadros (em inglês, IFS ou *InterFrame Space*), Janela de Contenção (em inglês, CW ou *Contention Window*) e Reconhecimento (em inglês, ACK *Acknowledgment*) as quais influenciam na probabilidade atribuída aos estados da Cadeia de Markov.

No protocolo IEEE802.11 DCF, o modelo da capacidade do canal utilizando a Cadeia de Markov foi inicialmente proposto em (Bianchi, 2000) e aperfeiçoado em (Daneshgaran et. al., 2008) pelo incremento do estado ocioso e do efeito de captura em ambiente de desvanecimento Rayleigh. Posteriormente, uma nova análise foi realizada empregando o modelo de captura do sinal, com adições coerentes e incoerentes, em ambientes de desvanecimento de Nakagami- m , Rice, e Hoyt (Leonardo et. al., 2013).

Este trabalho é baseado na análise abordada em (Leonardo et. al., 2013), porem, utilizando o modelo de desvanecimento kappa-mu, uma distribuição estatística proposta recentemente em (Yacoub, 2007), sendo expresso por:

$$f(\rho) = \frac{2\mu(1+\kappa)^{\frac{\mu+1}{2}}}{\kappa^{\frac{\mu-1}{2}} e^{\mu\kappa}} \rho e^{-\mu(1+\kappa)\rho^2} I_{\mu-1}(2\mu\sqrt{\kappa(1+\kappa)}\rho) \quad (1)$$

em que κ e μ são os parâmetros da distribuição, ρ é a envoltória do sinal normalizado, I_v a função de Bessel Modificada de ordem v .

Essa distribuição retrata o ambiente com linha de visada de forma mais realista, e também pode ser usada para representar outras funções de distribuição menos generalizadas como Rayleigh, Rice, Nakagami- m , and One-Sided Gaussian.

Materiais e métodos

Em um sistema de comunicação sem fio, a recepção do sinal na antena receptora pode ocorrer com sucesso mesmo na presença de n sinais interferentes, desde que a razão entre o sinal de potencia desejada e interferente seja maior ou igual à razão de captura ($w_s/w_n \geq z$).

Dessa forma a probabilidade de falha de transmissão, também representado como a Função Distribuição Acumulativo (em inglês, CDF ou *Cumulative Distribution Function*), e expresso por:

$$F_z(z_0) = Prob\left\{\frac{W_s}{W_n} \leq Z_0\right\} = \int_0^\infty \int_0^\infty y f_{w_s}(z y) f_{w_n}(y) dy dz \quad (2)$$



onde W_s , W_n e Z_0 são as variáveis aleatórias para o sinal de potencia desejado, o sinal de potencia interferente e a razão sinal interferência respectivamente. $f_{W_s}(\cdot)$ e $f_{W_n}(\cdot)$ representam as funções densidade de probabilidade para o sinal desejado e interferente respectivamente. O calculo para mensurar a capacidade do canal é definido por:

$$S = \frac{P_t P_s (1 - P_e) E\{PL\}}{E\{S_{ts}\}} \quad (3)$$

de modo que o numerador representa o valor médio da carga de informação transmitida em um intervalo de tempo e o denominador a esperança para o comprimento do intervalo de tempo. $E\{PL\}$, P_t , P_s e P_e representam a esperança do comprimento dos quadros, e as probabilidade de pelo menos uma estação transmitir, uma transmissão de quadros com sucesso e erro de canal respectivamente. Tais variáveis são definidas através de análises estatísticas sobre a Cadeia de Markov empregada sobre o protocolo IEEE 802.11 DCF.

Resultados e Discussão

Os Resultados foram obtidos pela Eq.(3) e transferidos para a forma gráfica.

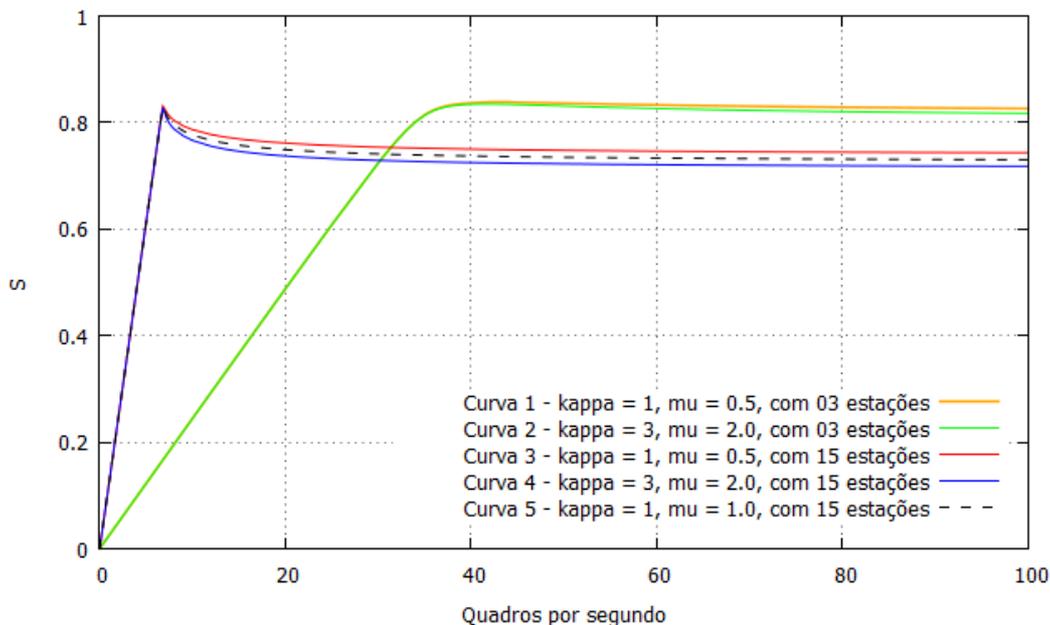


Figura 1 – Capacidade para o IEEE 802.11 sobre ambiente de desvanecimento $\kappa - \mu$, configurado com 3 e 15 estações.

A Figura 1 apresenta a capacidade do canal em relação à taxa de quadros, e se caracteriza em duas regiões. A primeira é a região de crescimento linear, e a segunda ocorre após o pico sendo chamada de região de saturação.



É possível observar que número de estações influenciam significativamente na capacidade do canal, quanto maior o número de estações menor é a taxa de quadros necessária para saturar o canal. Para os parâmetros da distribuição, é observado que a mudança em seus valores altera exclusivamente a segunda região. A curva 5 representa em especial a análise para o ambiente de desvanecimento Rice com $k=1$.

Conclusões

Este trabalho investigou a capacidade do canal sobre o protocolo IEEE 802.11 na configuração DCF sobre um ambiente de desvanecimento $\kappa - \mu$. Foram empregados métodos analíticos, numéricos e estatísticos para a obtenção dos resultados, nos quais estão apresentados na forma gráfica. Existem diversos parâmetros que influenciam na capacidade do canal, porém nesta análise foi destacado a influência da taxa de quadros, do número de estações e dos parâmetros da distribuição de desvanecimento $\kappa - \mu$. Além do mais, os parâmetros foram fixados de modo a produzir uma análise sobre o ambiente de desvanecimento Rice com $k=1$.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e a Fundação Araucária.

Referências

- Bianchi, G. Performance analysis of the IEEE 802.11 distributed coordination function. **Selected Areas in Communications, IEEE Journal on**, v. 18, n. 3, p. 535 – 547, 2000.
- Daneshgaran, F. and Laddomada, M. and Mesiti, F. and Mondin, M. Unsaturated Throughput Analysis of IEEE 802.11 in Presence of Non Ideal Transmission Channel and Capture Effects. **Wireless Communications, IEEE Transactions on**, v. 7, n. 2, p.1276 – 1286, 2008.
- Gast, M. **802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide**. 2 ed. Gravenstein Highway North Sebastopol: O'Reilly Media, 2005.
- Leonardo, Elvio J. and Yacoub, Michel D. Exact Formulations for the Throughput of IEEE 802.11 DCF in Hoyt, Rice, and Nakagami-m Fading Channels. **Wireless Communications, IEEE Transactions on**, v. 12, n. 5, p. 2261 – 2271, 2013.
- Yacoub, M.D. The κ - μ Distribution and the η - μ Distribution. **Antennas and Propagation Magazine, IEEE**, v. 49, n. 1, p. 68 – 81, 2007.