

1

Introdução

Cada vez mais as redes locais sem fio, conhecidas por WLAN, estão presentes no meio em que vivemos, seja em nossas casas seja em escritórios, em aeroportos ou em outros locais públicos. Elas estão sendo utilizadas em substituição as redes cabeadas uma vez que o baixo custo de implementação, a flexibilidade e a possibilidade de uma mobilidade limitada com altas taxas, torna estas redes mais atraentes.

Buscando possibilitar que mais aplicações sejam viabilizadas pelas redes sem fio, tais como fluxos de vídeo, que é uma aplicação que requer uma maior largura de banda, o IEEE (*Institute of Electrical and Electronic Engineers*) o desenvolveu um novo padrão da família do 802.11, o 802.11n que faz uso da técnica OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) e é capaz de proporcionar uma taxa de transmissão de 150 Mb/s em um canal com faixa de 20 MHz. Com a utilização da técnica MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*) é possível de atingir taxa de até 600 Mb/s através do uso combinado de canais de 20MHz.

O padrão 802.11n é capaz de oferecer uma capacidade de transmissão significativamente maior do que os padrões 802.11 anteriores. Em princípio, o grande aumento de capacidade na camada física deveria ser suficiente para a transmissão de fluxos de vídeo, inclusive com vídeo em alta definição. Entretanto, a baixa eficiência da camada de controle de acesso ao meio (camada MAC) e dos protocolos da camada física restringem o uso de aplicações multimídia tais como: Televisão em alta definição (HDTV), videoconferência, fluxos de vídeo, que necessitam de altas taxas de transmissão. Para resolver essa questão o padrão 802.11n contempla o recurso de agregação dos quadros (*frame aggregation*) para transmissão e que pode ser implementado em dois modos: o primeiro deles é o A-MPDU (*Aggregated MAC Protocol Data Unit*) e o outro é o A-MSDU (*Aggregated MAC Service Data Unit*).

O objetivo deste trabalho é estudar o funcionamento e avaliar o desempenho dos métodos A-MPDU e A-MSDU; comparar o desempenho destes com o desempenho do padrão 802.11n [5] sem a utilização do recurso de agregação; e verificar se uso de agregação permite que o padrão 802.11n atende os requisitos da transmissão de vídeo.

O texto desta dissertação está dividido da seguinte forma. No Capítulo 2 é apresentado o histórico da família padrões 802.11 assim como sua evolução. No Capítulo 3 trata especificamente do padrão 802.11n e suas principais implementações. O Capítulo 4 aborda em detalhes os métodos de agregação de quadros A-MPDU e A-MSDU. O Capítulo 5 apresenta a ferramenta de simulação, valida o modelo e compara os métodos de agregação. O Capítulo 6 avalia a transmissão de vídeo em uma rede do padrão 802.11n utilizando os métodos de agregação A-MPDU e A-MSDU. O Capítulo 7 conclui o trabalho.

1.1.

Trabalhos relacionados

Diversos artigos apresentam simulações envolvendo o recurso de agregação de quadros, principalmente com o método A-MPDU. Destes, poucos avaliaram a transmissão de vídeo em conjunto com a agregação de quadros, mas nenhum realizou uma análise comparativa dos métodos A-MPDU e A-MSDU através dos parâmetros de vazão, atraso e perda de pacotes quando de fato se realiza uma transmissão de um vídeo real.

A referência [16] apresenta resultados da simulação dos dois métodos de agregação, considerando o canal perfeito e a duração da transmissão é de 10 segundos; em sua primeira simulação realiza análise de vazão máxima com tráfego CBR de forma semelhante a que realizamos no Capítulo 5 para validar o modelo e para compararmos os métodos de agregação. Na segunda simulação, este utiliza tráfego VPR (*variable packet rate*) para avaliar a vazão máxima, desta vez com pacote de tamanho fixo e, para concluir, varia o tamanho dos pacotes para avaliar a vazão com diferentes tamanhos de pacotes. Em nenhuma das simulações [16] realiza a análise de atraso e perda dos pacotes assim como não realiza a avaliação dos métodos de agregação para transportar vídeo.

Outro estudo [17], utiliza em seu cenário a taxa de transmissão para camada física igual a 135 Mb/s e utiliza vídeo em alta definição com 12 Mb/s e 18 Mb/s para realizar a análise de vazão, atraso, variação do atraso e perda de pacotes para comparar o método A-MPDU com a alteração proposta naquele artigo. A alteração proposta permite que o método A-MPDU possa transportar pacotes com destinos diferentes. A saturação do canal é dada pela quantidade de fluxos de vídeo que estão sendo transportados. Desta forma não há como realizar uma análise comparativa entre os métodos de agregação e, conseqüentemente, não nos permite verificar se o padrão 802.11n atende, conforme a norma, aos requisitos de transmissão de vídeo.

Em [18], Zheng, Chen e Yu, utilizam a sequência de vídeo Foreman no formato CIF com 30 fps e com este realizam uma primeira simulação na qual avaliam a vazão e o atraso exclusivamente para o método de agregação A-MPDU, nesta o canal é considerado sem perdas ($BER/PER=0$). Durante a simulação somente o vídeo que possui a taxa máxima de 2,16 Mb/s é transmitido, logo não há saturação do canal. Na sequência, analisam o tamanho ótimo para o subquadro considerando diferentes condições de canal. Para concluir, analisam a quantidade de retransmissões necessárias para atender os requisitos de vídeo. Contudo, as simulações realizadas não deixam clara a capacidade do padrão, uma vez que a taxa transmitida é muito inferior à mesma. Eles também não realizam simulação com o método A-MSDU.

Sivanthi e Killat, [19], realizam uma análise da vazão máxima obtida com tráfego CBR (*Constant Bit Rate*), com diferentes tamanhos de pacote em ambos os métodos de agregação, de forma semelhante a que realizamos no Capítulo 5. Entretanto, utilizaram dois valores para a taxa de transmissão da camada física, 150 Mb/s e 300 Mb/s, enquanto utilizamos apenas 135 Mb/s. Eles realizam ainda uma avaliação da taxa de transmissão média e do atraso dos pacotes por usuário considerando pacotes de 600 bytes, taxa de transmissão da camada física igual a 300 Mb/s e a taxa de cada usuário de 6,5 Mb/s. O artigo, porém, utiliza tráfego CBR com taxa de transmissão de 6,5 Mb/s em substituição ao arquivo de vídeo, assim poderia estar transmitindo qualquer outra informação no lugar do vídeo. Os autores se restringiram em comparar os padrões A-MPDU e A-MSDU somente sob a ótica de vazão, onde utiliza o tráfego CBR, eles não comparam os métodos

em termos de atraso, perda de pacotes e também não consideram a transmissão de um sinal de vídeo.

Perahia, [20], se limita a comparar a vazão obtida com a taxa de transmissão da camada física, quando se utiliza uma técnica de agregação independente da informação transmitida.

Assim como a maioria dos trabalhos relacionados, [24] realiza exclusivamente a avaliação do método A-MPDU. Os autores avaliam a eficiência de utilização do *link* em um cenário onde é transmitido um fluxo de vídeo a uma taxa de 20 Mb/s, sem saturar o canal e com diferentes taxas de perda de pacotes. Como resultado é apresentado à relação entre a eficiência do *link* e o SNR (*Signal-to-noise ratio*), assim como o atraso médio e máximo obtidos. Em outro cenário, [24] soma uma carga externa de 100 Mb/s ao vídeo transmitido para saturar o canal e assim apresentar a relação entre a eficiência do *link* e o SNR, quando o canal está saturado. Contudo, não apresenta as informações de atraso para o cenário onde há saturação e não avalia o método A-MSDU.