

7 Conclusão

Esta dissertação teve como objetivo verificar se os métodos de agregação A-MPDU e A-MSDU, utilizados pelo padrão de rede sem fio IEEE 802.11n, tornam possível a transmissão de vídeo nestas redes. Fez parte ainda dos objetivos deste trabalho estudar e avaliar o desempenho destes métodos de agregação e compará-los no intuito de verificar qual destes é mais indicado para aplicações de vídeo.

Foi apresentada uma análise comparativa entre os padrões de rede sem fio da família do IEEE 802.11 onde foram discutidas as principais características de cada um dos padrões, e tendo sido verificado que estes não permitem uma vazão suficientemente grande para atender os requisitos das aplicações de vídeo.

Para atender a necessidade de um padrão para redes sem fio que proporcionasse uma maior vazão dentre outros recursos, o IEEE promoveu o desenvolvimento do padrão 802.11n, onde diversas melhorias e novos recursos foram implementados, tais como o uso de MIMO e o aumento da banda de 20 MHz para 40 MHz, na camada física e dos mecanismos como TXOP, Block ACK entre outros, na camada MAC. Contudo ainda assim existia uma baixa eficiência na camada MAC, a qual foi confirmada através da Tabela 5.2, e que fazia com que apenas uma fração das altas taxas proporcionadas pela camada física pudesse ser utilizada pelas aplicações.

Essa baixa eficiência tem como causa a elevada quantidade de informação de controle (*overhead*) necessária para transmissão de cada pacote. Para resolver esse problema foi incluído no padrão a utilização do recurso de agregação de quadros com dois métodos distintos.

Ambos os métodos tiveram suas características estudadas, comparadas e implementadas no simulador de redes NS2. Foram necessárias desenvolver novas rotinas para permitir que o NS2 realizasse a agregação de quadros e permitisse uso dos recursos obrigatórios conforme a norma, tal como o recurso *block ACK*.

Foi necessário, também, desabilitar a possibilidade do envio de pacotes em *broadcast* e *multicast*, de forma que a simulação retratasse mais fielmente

possível uma rede IEEE 802.11n. Com as implementações necessárias realizadas, iniciamos a avaliação dos métodos de agregação realizando uma comparação dos mesmos utilizando um tráfego CBR.

Foi realizada uma ampla avaliação tanto do método A-MPDU quando do método A-MSDU, onde analisamos a vazão, o atraso (médio e máximo), a fração de pacotes recebidos, assim como a influência da quantidade de retransmissões nos resultados obtidos. Esta avaliação foi realizada tanto em ambientes sem erro, quando em ambiente com erro, onde a PER foi variada, deste 10^{-4} até 10^{-1}

Com os resultados obtidos das simulações utilizando o tráfego CBR pudemos concluir que a transmissão de pacotes de tamanho, 1500 bytes maximiza a vazão obtida assim como também com esse tamanho de pacote é obtido um atraso menor se compararmos com os demais tamanhos de pacotes.

Foi possível comprovar que o uso de ambos os métodos de agregação propiciam um aumento considerável na vazão e conseqüentemente um menor atraso quando se transmite em altas taxas.

Verificamos através da Figura 5.13, Figura 5.22 e Figura 5.23 que para PER menor igual a 10^{-2} a redução da vazão e aumento do atraso, devido aos erros de pacote é muito pequeno, sendo possível como método A-MPDU alcançar com apenas um enlace, ou seja, sem fazer uso de MIMO uma vazão de 120,3 Mb/s e de 86,6 Mb/s para o método A-MSDU. Comprovamos, então, que o uso do método A-MPDU é mais vantajoso por propiciar uma melhor utilização dos recursos da camada física.

Com base nos resultados obtidos para tráfego CBR realizamos novas simulações, desta vez com vídeos reais em conjunto com um tráfego de fundo para representar os demais tráfegos que são transportados em uma rede sem fio.

Esse tráfego de fundo possuiu as características de uma distribuição de Poisson a qual não existia nativamente no NS2 e por isso foi necessária a implementação de um gerador de tráfego que gerasse o tráfego de fundo de acordo com a características deste tráfego.

Neste cenário realizamos uma nova avaliação tanto do método A-MPDU quando do método A-MSDU para que fosse possível verificar se os métodos de agregação A-MPDU e A-MSDU, permitem a transmissão de vídeo em uma rede sem fio IEEE 802.11n. Nesta avaliação foram empregados os parâmetros de

vazão, atraso (médio e máximo), fração de pacotes recebidos, assim como a influência da quantidade de retransmissões em cada um destes elementos.

Com os resultados obtidos podemos concluir que fazendo uso tanto do método A-MPDU quanto do método A-MSDU, é sim possível transmitir vídeos utilizando o padrão IEEE 802.11n. Esta conclusão é válida desde que a taxa de transmissão de todas as aplicações não exceda a taxa de cerca de 120 Mb/s para o método A-MPDU e a taxa no entorno de 84 Mb/s para o método A-MSDU, o valor exato para ambos os métodos, indicado no trabalho, irá depender do tipo de vídeo transmitido. Para ambos os métodos o uso de até 4 retransmissões, em caso de perda de pacotes ou colisões, maximiza a chance de sucesso nas transmissões, uma vez que minimiza o retardo sem degradar os valores obtidos para os demais elementos.

Concluimos também que o método A-MPDU por possuir um desempenho melhor é o método mais indicado para transmissão de vídeo. Contudo o método A-MSDU também poderá ser utilizado deste que, seja necessário fazer uso de menos recursos de rede.

