

Proposta de uma abordagem para analisar métricas de QoS em redes pessoais sem fios: WPANs

Henrique Parcianello Maurer, Carlos Oberdan Rolim

Departamento de Engenharias e Ciência da Computação – Universidade Regional
Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI)
Caixa Postal 184 – 98.802-470– Santo Ângelo – RS – Brazil

henrique.parcianello.maurer@gmail.com, ober@san.uri.br

Resumo. *Este trabalho descreve a proposta de uma pesquisa em andamento que têm o objetivo de “analisar métricas de QoS em redes pessoais sem fio IEEE 802.15, buscando identificar a influência da vazão, atraso e perda de pacotes na prestação de serviços ao usuário”. Será realizado através de um estudo de caso unindo ZigBee, NS2 e softwares estatísticos.*

1. Introdução

Métricas de Qualidade de Serviço (QoS) são medidas utilizadas na área de redes de computadores com o objetivo de analisar, características de desempenho da rede. Entre as principais métricas de uso genérico podem-se citar: vazão, atraso, variação do atraso e perda de pacotes.

Entende-se por vazão a quantidade de dados transmitidos com sucesso por unidade de tempo, também expressa em bits/s. Atraso está relacionado com o tempo consumido na transmissão de uma mensagem origem-destino. Perda de pacotes é à medida que contabiliza os pacotes perdidos na rede por descarte nas filas dos nós intermediários, ou corrompidos por colisão com outros pacotes em enlaces compartilhados.

QoS pode ser definido de várias formas na literatura, que vai da percepção do usuário do serviço, ao conjunto de parâmetros de conexão necessários para alcançar a qualidade de um serviço específico [De Moraes e Verissimo (2006)]. O foco de qualidade de serviço não está somente em redes de computadores, também há uma preocupação com camadas de nível superiores, que abrangem a interação usuário-sistema e o impacto que as métricas de QoS causam no usuário final.

Existem muitas pesquisas desenvolvidas ao longo do tempo com o intuito de avaliar o desempenho de redes sem fios de área pessoal (WPANs), entre elas pode-se citar a criação de módulos para Network Simulator (NS) para estudar o funcionamento de mecanismos para prover medidas de desempenho descritas em [Zheng and Lee 2006]. Os padrões mais conhecidos de WPANs IEEE 802.15 são: Bluetooth IEEE 802.15.1, Zigbee IEEE 802.15.4 e UWB (Ultra Wide Band) IEEE 802.15.3a.

WPANs possuem vários desafios de projeto, um dos principais é garantir qualidade de serviço para aplicações de redes diferentes para uma área de 10 metros em torno de uma pessoa, casa ou ambiente inteligente, já que a substituição de cabos pelo

meio sem fio traz alguns problemas na comunicação como interferência ou oscilações prejudicando o desempenho da rede.

O objetivo geral dessa proposta de pesquisa é analisar métricas de QoS em redes pessoais sem fio IEEE 802.15, buscando identificar a influência da vazão, atraso e perda de pacotes na prestação de serviços ao usuário. Para que possam ser atingidas essas metas, será realizado um estudo de caso através de uma tecnologia específica do padrão IEEE 802.15. A tecnologia definida para o estudo de caso destaca-se por ser um novo padrão concebido exclusivamente para aplicações para baixa taxa de dados de área pessoal o ZigBee.

O trabalho utiliza como base os princípios utilizados para realização de pesquisas correlatas, mas possui um diferencial, pois da continuidade a pesquisas consolidadas com o intuito de verificar o impacto gerado pela falta de qualidade de serviço da rede no usuário final. Está organizado em cinco Seções: na Seção 1 são apresentadas as métricas de QoS em um contexto de pesquisa; a Seção 2 faz um breve estudo do padrão ZigBee especificação IEEE 802.15.4; já a o ambiente de simulação e descrições técnicas são apresentados na Seção 3 e; por fim a Seção 4 traz as conclusões e trabalhos futuros.

2. ZigBee especificação IEEE 802.15.4

ZigBee (IEEE 802.15.4) é denominado o mais novo padrão para aplicações industriais, residenciais, e de medicina, servindo como alternativa de baixo custo, baixo consumo de energia e baixa taxa de dados para uma área pessoal abrangente de 10 m. Representa o marco na área de redes sem fio pessoais e redes de sensores sem fio, com uma série de novas aplicações que podem se beneficiar como: monitoradores de pressão dos pneus, controle de estoque e a aplicações de controle de ambientes.

O IEEE 802.15.4 padroniza atualmente as camadas física (PHY) e de acesso ao meio (MAC) o mesmo é feito com os padrões do Bluetooth e UWB, ficando a cargo de fabricantes as camadas superiores que não entrarão em destaque, isso caracteriza o marco da padronização de aplicações de área pessoal antes não cumprida por fabricantes de dispositivos.

Os dispositivos operam em três frequências, ou canais 868/915 MHz e 2.4 GHz denominadas ISM: Industrial, científica e médica. Com base nas capacidades de processamento de dados da tecnologia IEEE 802.15.4, dois tipos de dispositivos são fornecidos em [Garg (2007)]:

- FFD: Dispositivos de função completa que constituem uma rede podendo assumir responsabilidade de coordenadores mantendo informações sobre a rede PAN. FFDs podem se comunicar diretamente com outros dispositivos.
- RFD: Dispositivo de função reduzida que só pode se conectar a um FFD, eles também atuam como roteadores para servir a protocolos de roteamentos. Outros tipos de dispositivos parecidos aos RFDs denominam-se dispositivos END que se comunicam um com os outros através de um roteador intermediário (coordenador).

A camada física (PHY) destaca-se com três faixas: 925 MHz (ISM) na América do Norte, onde são oferecidos 10 canais com uma taxa de dados brutos de 40 kbps. A banda QPSK opera na faixa de 2,4-2,483 GHz sendo uma parte da banda ISM, que está

disponível em quase todo o mundo, possuindo 16 canais com um espaçamento de canal de 5 MHz e uma taxa de dados brutos de 250 kbps.

A camada de acesso ao meio (MAC) destaca-se por oferecer mecanismos de comunicação que impõe regras a todo trafego de dados gerados pela comunicação entre os dispositivos. Dentre os quais podem se citar a utilização de “acknowledged” para entrega de quadros, a validação de quadro que mantém a sincronização da rede, controle de associação e dissociação, administração da segurança do dispositivo, e os horários das faixas horárias.

A especificação do ZigBee permite o uso opcional de uma estrutura denominada superframe (Figura 1), para aplicações que requerem largura de banda dedicada com atraso garantido. O superframe é o diferencial da tecnologia ZigBee, possui informações sobre configuração e fornece sincronização na comunicação sendo limitado por quadros denominados Beacon(s). O coordenador principal da PAN é denominado PANC, controla a rede e define parâmetros da rede [Xiao and Pan (2009)].

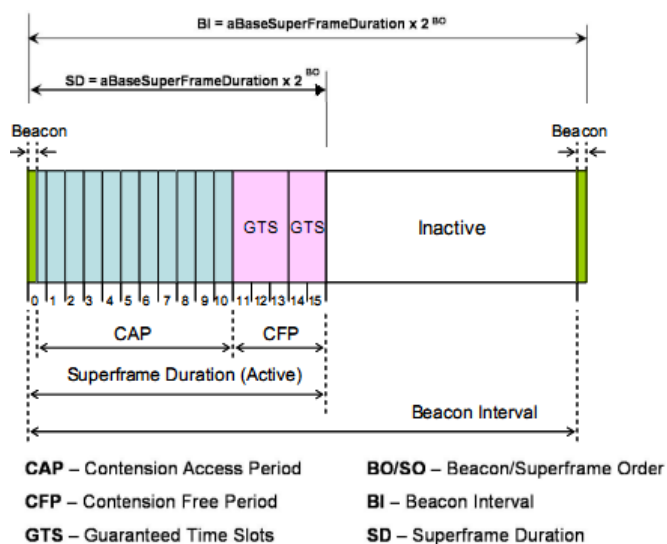


Figura 01. Superframe – Modificada de [Lee (2005)].

O PANC define o formato do superframe, que inclui um quadro de Beacon, o período de acesso de contenção (CAP), e o período de contenção livre (CFP). O comprimento total do CAP e do PCP é de 16 slots de tempo do mesmo tamanho. Os slots de tempo para o PCP são chamados de slots de tempo garantido (GTSs) e são administrados pelo PANC. O CAP adota mecanismo (CSMA/CA) para prevenção de colisões, a medida em comprimento do superframe se dá através de duas variáveis: o BI intervalo entre um beacon, e o SD a duração do superframe que são determinados pela seguinte fórmula: $BI = aBaseSuperFrameDuration \times 2^{BO}$; $SD = aBaseSuperFrameDuration \times 2^{BO}$.

ZigBee opera em dois modos: Modo Beacon e non-Beacon.

No modo Beacon, todos os dispositivos devem saber quando coordenar, sendo que o mesmo tem a função de enviar um sinal aos dispositivos dentro da rede. O Beacon é responsável por colocar o dispositivo no modo ativo, assim determinando se possui mensagens para receber, caso contrário o dispositivo volta ao estado sleep. No modo non-beacon, não existe regra de coordenador, ou seja, qualquer dispositivo pode se

comunicar com o coordenador à vontade, onde o coordenador esta sempre no estado ativo para receber dados de outros dispositivos.

O algoritmo CSMA-CA: utiliza dois tipos de mecanismos para ter acesso ao canal, são eles Slotted CSMA-CA e Unslotted CSMA-CA, isso depende da configuração que a rede possui. Uma das restrições básicas é que o mesmo tem de ser utilizado antes de ocorrer uma transmissão de dados ou quadros de comandos MAC, transmitido no âmbito do CAP.

Unslotted CSMA-CA: para que possa ser ativado esse mecanismo a rede necessita o modo non-beacon habilitado. Quando o dispositivo deseja acessar o canal para transmissão de dados, ou seja, frames ou comandos MAC, o mesmo deve aguardar um período de tempo aleatório. Se o canal estiver ocioso após o backoff o dispositivo transmitirá os dados, caso contrário se estiver ocupado na sequência do backoff, o dispositivo deve aguardar um período (tempo) aleatório antes de tentar obter acesso ao canal. Slotted CSMA-CA: é utilizado por redes no modo beacon ativado, onde as faixas backoff estão aninhadas com o início da transmissão de dados beacon. Se o dispositivo desejar acessar o canal para transmitir quadros durante o CAP o mesmo deverá localizar o limite do slot backoff seguinte, e depois esperar por um número aleatório de faixas backoff. Se canal está ocupado na sequência do backoff, o dispositivo deve esperar por outro número aleatório de faixas backoff antes de acessar o canal novamente. Se o canal estiver ocioso o dispositivo deve começar a transmitir no limite que está disponível no slot de tempo do backoff seguinte.

Denomina-se backoff unidades de período de tempo implementados pelo algoritmo CSMA-CA, possuindo uma constante denominada aUnitBackoffPeriod (20 símbolos), o número máximo de backoffs que o algoritmo CSMA-CA tentará declarar antes da declaração de falhas de acesso ao canal por padrão é 4 mas pode variar de 0 à 5 através da constante macMaxCSMABackoffs. Esse algoritmo não deve ser usado no caso de transmissão de quadros de sinalização, reconhecimento e dados transmitidos no CFP (Período Livre de Contenção).

Em IEEE 802.15.4, são suportadas duas topologias: em estrela e peer-to-peer, a cluster-tree é um tipo especial de topologia peer-to-peer. A topologia escolhida para o desenvolvimento dessa pesquisa foi em estrela, por se enquadrar na melhor opção para o estudo de caso até o momento, nessa topologia a comunicação é estabelecida entre os dispositivos e um único controlador central chamado de coordenador. A partir do momento que o FFD é ativado ele pode criar sua própria PAN e se tornar coordenador da mesma. Questões mais complexas como se um nó falhar ou a associação de mais uma rede PAN, que necessita de mais complexidade e tempo de estudo ficarão para trabalhos futuros. A regra de formação de rede é a seguinte:

- Um dispositivo FFD é ligado a primeira vez, ao acontecer isso ele digitaliza os seus canais de operação para transmissão de beacons para outras PANs;
- Se um beacon for encontrado ocorre à tentativa de associação com essa PAN, o ID único referente ao seu espaço operacional é escolhido;
- Depois dos passos acima a associação de mais dispositivos a rede é permitida o coordenador então encerra a fase de formação da rede topologia em estrela.

Existem três tipos de transferência de dados: 1- De um dispositivo para um coordenador; 2- De um coordenador a um dispositivo e; 3- Entre os dispositivos peer-

to-peer. Nesse trabalho serão utilizadas apenas 1 e 2 por oferecerem suporte a topologia estrela:

3. Ambiente de simulação e descrições técnicas

Serão aprimorados módulos desenvolvidos por [Rao (2005)] com entradas para chip ZMDs, para agilizar o processo de análise. A metodologia de simulação será baseada nos passos de Raj Jain descritos em [De Carvalho (2005)]. Entre as ferramentas de análise estão XGRAPH, MATHLAB entre outras, irá depender das necessidades requeridas.

●Descrição geral:

Para que seja possível a realização do estudo de caso dessa pesquisa foram definidos os seguintes passos:

Escolha da tecnologia para estudo de caso: ZigBee IEEE 802.15.4

Ferramenta escolhida para simulação: Network Simulator-Versão 2 (NS2) [NS2 (1995)].

Para o contexto métricas de QoS foram escolhidas algumas das métricas genéricas apresentadas na Seção 1, são elas: vazão, atraso e perda de pacotes. Métricas escolhidas pelo motivo de o estudo de caso se tratar de aplicações de tempo real, que não permitem atraso na comunicação, perda de dados (pacotes) e também necessitam de uma velocidade precisa para avisar alguma mudança de estado do ambiente. Para avaliar o impacto gerado da falta de qualidade de serviço na rede para o usuário final foram escolhidas restrições de aplicações específicas na área de automação para controle de ambientes. Os dados resultantes da simulação serão correlacionados com as restrições máximas e mínimas impostas para os cenários propostos. Através disso pretende-se obter o impacto gerado no usuário final.

A (Figura 2) mostra a arquitetura geral adaptada para o estudo de caso específico do trabalho proposto, nem todos os serviços descritos serão oferecidos.

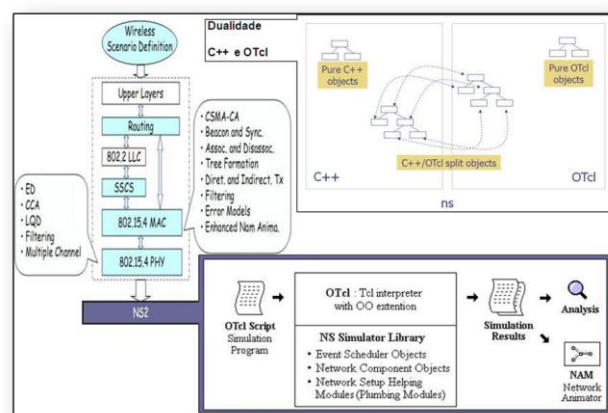


Figura 02.Descrição geral.

●Parâmetros específicos NS2:

Nós em movimento: Não irá possuir, serão fixos; Direção do tráfego: respeitando a ordem nó para coordenador; Tipo de tráfego: CBR (Taxa de Bits Constante); Número de nós: 15 Número de coordenador:1 Posição dos nós: Um círculo à volta do coordenador e seu espaço operacional; Número de fluxos: 8; Tamanho do pacote: 70 Bytes.

4. Conclusão e trabalhos futuros

O trabalho proposto está sendo desenvolvido e pretende trazer contribuições para o projeto de aplicações para controle de ambientes, beneficiando tanto o usuário final como o projetista. Espera-se que os resultados obtidos das análises sirvam para mostrar claramente os aspectos ligados a garantia de qualidade de serviço como um todo. Através disso será possível identificar o que é necessário ao começar o projeto de um ambiente inteligente, que poderá ser aplicado em diversos setores da indústria, pessoal, entre outros. Entre os benefícios estão, a diminuição do tempo de projeto de rede e custos de implantação, pois, não é preciso testar fisicamente para obter dados de desempenho aproximado. Outra contribuição é o fornecimento de respostas rápidas a dúvidas comuns do usuário final e do projetista.

Como trabalhos futuros, pode-se citar a implementação física do ambiente antes simulado, através de módulos ZigBee para avaliar os resultados obtidos. A adaptação dos módulos para o simulador NS3 contribuindo com a comunidade de desenvolvedores, entre outros.

Referências

- De Moraes, M.F.L e Verissimo, A.C.F. (2006) “Avaliações Comparativas de Protocolos de Acesso com Garantia de Qualidade de Serviços em Redes sem Fio”, anais SBRC.
- De Carvalho, E. M. (2005) “Modelagem e Simulação de Desempenho De Redes de Computadores.” Monografia apresentada na Universidade Estadual de Londrina, Parana.
- Garg, V. (2007) “Wireless Communications and Networking.”, ELSEVIER Inc.
- Lee, J. (2005) “An experiment on performance study of IEEE 802.15.4 wireless networks.” IEEE international conference on emerging technologies and factory automation.
- NS2 (1995), <<http://isi.edu/nsnam/ns/>>, Abril.
- Rao, P.V. (2005) “The Simulative Investigation of Zigbee/IEEE 802.15.4”, Master Thesis, Dresden University of Technology.
- Xiao, Y. and Pan, Y. (2009) “Emerging Wireless LANs, Wireless PANs, and Wireless MANs, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16 Wireless. Standard Family”, John Wiley & Sons ltd., England.
- Zheng, J. and Lee, J.M. (2006) “A Comprehensive Performance Study of IEEE 802.15.4”.