

Análise de Desempenho de um Esquema de Acesso Baseado em Polling Exaustivo para WBAN

Manoel¹ Pontes Gomes, Shusaburo Motoyama²

^{1,2} Faculdade Campo Limpo Paulista – FACCAMP
Programa de Mestrado em Ciência da Computação
Campo Limpo Paulista, SP – Brasil

manoel.gomes@plc.ifmt.edu.br; shumotoyama@gmail.com

Abstract. *In this paper the performance analysis of an access scheme based on exhaustive polling technique for wireless body sensor network - WBAN is carried out through computer simulation. In the exhaustive polling technique, the sequence of polling is predefined and when a sensor node is polled, all packets stored in the buffer are transmitted, emptying it completely. The simulator is developed in MatLab and the results obtained are compared to the theoretical results. It is verified that results obtained by simulation are very close to the theoretical results, thus, validating the theoretical mathematical model.*

Resumo. *Neste artigo é feita a análise de desempenho de um esquema de acesso baseado na técnica polling exaustivo para a rede corporal de sensores sem fio - WBAN através de simulação computacional. Em um polling exaustivo, a sequência de investigação é pré-definida e quando um nó sensor é investigado, todos os pacotes do buffer são transmitidos, esvaziando-o completamente. O simulador é desenvolvido em MatLab e os resultados obtidos são comparados com os resultados teóricos. Comprovou-se que os resultados obtidos por simulação estão bem próximos dos teóricos, validando, dessa forma, o modelo matemático teórico.*

1. Introdução

A rede corporal de sensores sem fio - WBAN (*Wireless Body Area Network*), ou simplificada rede corporal de sensores, objetiva monitorar e controlar os sinais vitais de um corpo humano.

Em uma WBAN, os sensores são colocados ou implantados em várias partes do corpo humano e são capazes de estabelecer um link de comunicação sem fio com dispositivos externos e enviam dados (sinais vitais). Estes dados são analisados e fornecem vigilância contínua da saúde e *feedback* em tempo real para o usuário ou para equipe médica.

Através dos dispositivos externos, uma WBAN pode ser conectada à Internet podendo, dessa forma, um paciente ser monitorado de seu lar, dispensando a sua presença no hospital, propiciando que ele experimente uma nova sensação de liberdade *mHealth* – Saúde Móvel Latré et al. (2011).

Como os sensores podem ser implantados sob a pele em corpos humanos, dificultando a recarga ou troca de bateria, a WBAN deve ter o consumo de energia altamente eficiente.

Vários critérios foram propostos para minimizar o consumo de energia em WBAN tais como: evitar colisão, diminuir o *overhearing* (escuta inútil), controle do overhead e *idle listening* (escuta ociosa, quando não há tráfego na rede). Na arquitetura de protocolos de uma WBAN, uma das camadas de maior relevância é a MAC (*Medium Access Control*). O projeto de controle de acesso ao meio (MAC) para transmitir os dados coletados dos sensores é um dos pontos essenciais para operar uma WBAN de modo eficiente e com eficiência energética Ye, Heidemann and Estrin, (2002).

Neste artigo é estudado um esquema de acesso ao meio baseado em *polling* onde um sensor é interrogado pelo nó central, caso possua dados no *buffer*, o processo de encaminhamento será iniciado e todos os dados armazenados no *buffer* do sensor são transmitidos até que o mesmo fique completamente vazio. O desempenho desse esquema é estudado através de simulação em MatLab, utilizando o atraso de pacotes como parâmetro de desempenho.

Este artigo está dividido em três seções. A segunda parte está relacionada com o funcionamento do esquema de acesso *polling*. Na subseção 2.1 faremos a análise de desempenho da técnica de *polling* exaustivo, analisaremos o tempo médio de espera na fila e o resultado será descrito. Por fim as conclusões são apresentadas na seção três.

2. MAC baseado em polling

Um esquema de acesso MAC baseado em *polling* para aplicação em WBAN foi apresentado em Motoyama (2012). No esquema apresentado, existem duas operações: uma operação normal em que os nós sensores são investigados um por vez em uma sequência pré-definida, e outra em que alguns nós sensores recebem altas prioridades de atendimento. É uma situação em que, por ex., há uma repentina alta na pressão arterial do paciente, e uma nova operação de atendimento de nós sensores é definida, recebendo alguns nós sensores prioridades totais. A análise de desempenho desse esquema de acesso denominado de MAC flexível foi feita através de modelos matemáticos teóricos e constatou-se que, embora os nós sensores que receberam prioridades tivessem tempos de espera de pacotes nos seus buffers bastante pequenos, outros nós sensores tiveram seus tempos de espera de pacotes bastante grandes, inclusive alguns sem nenhum atendimento. Para evitar essas situações extremas, o objetivo desse trabalho é propor e estudar um esquema de acesso baseado em *polling* em que se atribui certa ponderação aos nós sensores, por ex., uma ponderação de 3, 2 e 1. Aos nós sensores atribuídos com ponderação 3, significa que esses sensores têm maiores prioridades e podem transmitir até 3 pacotes seguidamente; com ponderação 2 podem transmitir até dois pacotes seguidamente a assim por diante.

Para o estudo do esquema de acesso por *polling* ponderado, será desenvolvido uma plataforma computacional em MatLab. Neste artigo foi desenvolvido, como uma parte inicial de estudo, o esquema de acesso por *polling* exaustivo, quando um nó sensor é investigado, todos os pacotes armazenados no buffer daquele sensor são transmitidos, os resultados serão comparados com os obtidos teoricamente em Motoyama (2012).

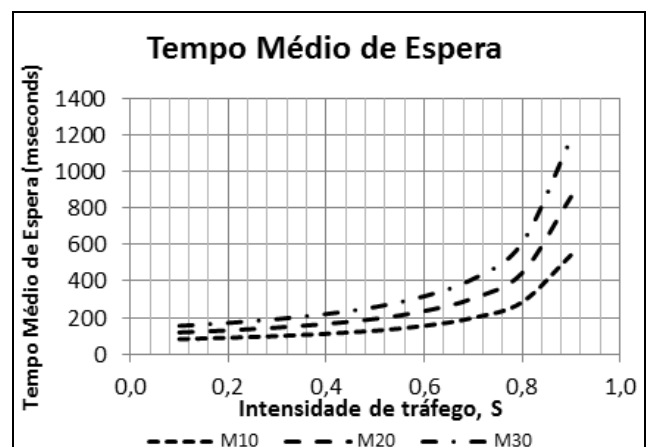
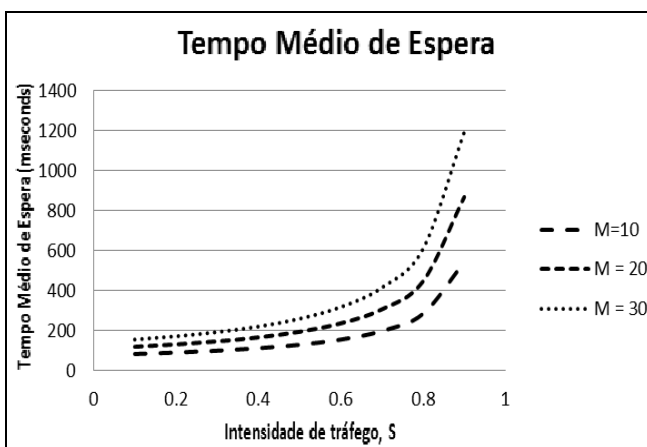
2.1 Análise de Desempenho do polling exaustivo

Para a simulação do esquema de acesso baseado em *polling* exaustivo, foram utilizados os seguintes parâmetros: o número de nós sensores, M , a capacidade do canal, $R = 20$ *kbits*, e o comprimento médio de pacote, $E\{X\} = 900$ *bits*. A intensidade de tráfego ou carga, S , é definida como $S = \frac{M\lambda E\{X\}}{R}$, onde λ representa a taxa média de pacotes que chegam ao sistema.

O processo de simulação se resume em três partes:

- A primeira etapa da simulação é gerar a matriz de instantes de tempos de chegadas aleatórias, simulando o tempo de chegada de pacotes em cada nó sensor, obedecendo a uma distribuição exponencial negativa com uma média $1/\lambda$. A expressão utilizada para geração desses instantes de tempos aleatórios foi $T_{chegada} = -\frac{\ln x}{\lambda}$, onde \ln é o logaritmo neperiano e x é um número aleatório entre 0 e 1.
- A segunda etapa é percorrer a matriz, para calcular os dados estatísticos. Como o serviço é exaustivo, ou seja, quando um nó está sendo interrogado, todos os pacotes são servidos incluindo aqueles que chegam durante o tempo de execução. Os dados são armazenados nas variáveis correspondentes que posteriormente serão usadas para realizar os cálculos das médias de tempo de transferência, perda de pacotes, λ efetivo, média do tempo de ciclo de *polling* e quantidades de pacotes atendidos por ciclo.
- A terceira etapa é calcular os parâmetros de desempenho que no caso deste artigo é o tempo médio de espera na fila de atendimento de cada uma das matrizes.

A Figura 1(a) mostra os resultados obtidos através do modelo matemático teórico. Tanto na Figura 1(a) e Figura 1(b), o tempo médio de espera é mostrado em função da intensidade de tráfego S , para três valores de M .



Na Figura 1(a), observa-se as curvas teóricas encontrada em Motoyama (2012), na Figura 1(b) temos as curvas simulados, pela análise das curvas obtidas, observa-se que para uma intensidade de tráfego até 0,6, o sistema de *polling* opera na região

estável, tendo tempos de espera relativamente pequenos, abaixo de 400 ms para ambas as figuras, para todos os valores de M , o que garante uma operação adequada para WBAN que necessita tratamento quase em tempo real de dados. Para valores de S entre 0,6 e 0,8, onde 0,8 já é uma carga muito elevada, o tempo médio de espera fica mantido abaixo de 600 ms em ambos os casos, porém a operação com carga S acima de 0,6 deixa o sistema instável, logo a operação nessas regiões deve ser evitada Motoyama (2012).

3. Conclusões

Neste artigo foi estudado um esquema de acesso baseado em *polling* exaustivo para rede corporal de sensores sem fio através de simulação computacional. No esquema de acesso utilizando *polling* exaustivo, quando um nó sensor é investigado, todos os pacotes que estão no buffer são transmitidos, inclusive aqueles que chegam enquanto o nó sensor está sendo atendido. O objetivo do trabalho foi desenvolver a parte inicial de um projeto maior que estudará um esquema de *polling* denominado ponderado que tem como intuito melhorar o esquema de acesso apresentado em Motoyama (2012). O simulador foi desenvolvido em MatLab e os resultados obtidos foram comparados com os resultados teóricos apresentados em Motoyama (2012). Comprovou-se que as curvas obtidas por simulação ficaram bem próximas das teóricas, os valores médios de espera diferem dos teóricos para os simulados com diferenças de alguns centésimos de segundos, validando dessa forma o modelo matemático teórico.

Entre os pontos 0,6 e 0,8 foi onde se observou o aumento substancial das médias dos tempos de espera, justamente após S superior a 0,6 o sistema entra em instabilidade, em ambos os modelos teórico e simulado os valores médios de espera ficam abaixo de 600 ms, um valor ainda aceitável como visto em Motoyama (2012). Desta forma podemos afirmar que houve êxito na simulação proposta.

Para a continuação do trabalho apresentado neste artigo, será estudado o esquema de acesso baseado em *polling* com buffer limitado em vez buffer infinito adotado neste trabalho. Além disso, o esquema de acesso baseado em *polling* ponderado será incorporado ao simulador e serão feitas comparações com o modelo teórico de prioridade total apresentado em Motoyama (2012).

Referências

- B. Latré, B. Braem I. Moerman, C. Blondia and P. Demeester, “A Survey on Wireless Body Area Networks”, in *Wireless Networks*, Volume 17 Issue 1, January, 2011, Kluwer Academic Publishers Hingham, MA, USA.
- Motoyama, S. 2012. Flexible Polling-based Scheduling with QoS Capability for Wireless Body Sensor Network, 37th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks, - LCN 2012, Clearwater, USA.
- W. Ye, J. Heidemann and D. Estrin, “An energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks”, in *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Communication*, pp.1567-1576, USC/Information Sciences Institute, New York, USA, 2002.