

Controles de Acesso ao Meio para Redes de Área Corporal Sem Fio (WBAN - Wireless Body Area Network)

Pesquisador Responsável: Prof. Doutor Shusaburo Motoyama

Instituição: Faculdade Campo Limpo Paulista - FACCAMP

Resumo

A evolução da eletrônica de sensores está possibilitando a criação de redes de sensores com aplicações específicas como na área médica. Uma rede especial de sensores que está em desenvolvimento denominada WBAN (Wireless Body Área Network) ou rede de área corporal sem fio objetiva monitorar e controlar todos os sentidos vitais de um corpo humano.

As WBANs têm algumas características diferentes das redes de sensores, comumente chamadas de WSN – Wireless Sensor Network. As duas redes necessitam de sensores de dimensões diminutas e altamente eficientes em termos de consumo de energia, pois, são geralmente colocados em lugares de difíceis acessos e as baterias são difíceis de serem trocadas. No caso das WBANs, os sensores podem ser colocados externa ou internamente ao corpo humano ou podem ser colocados em vestes especiais. Neste último caso, as baterias serão mais fáceis de serem trocadas e o consumo de energia não será crítico. Uma outra característica que as diferencia é que os sensores nas WBANs podem operar em meios de transmissão com bastante perda, pois podem utilizar o corpo humano como meios de transmissão. Além disso, no caso das WBANs, os dados coletados são médicos, portanto necessitam de confiabilidade e tratamento em tempo quase real, e, também, são dados privativos e confidenciais necessitando de algum tipo de criptografia. Essas características das WBANs exigem estudos e novas propostas nos projetos de arquitetura de rede, nos controles de acesso ao meio, na manipulação de dados e no desenvolvimento de aplicativos essenciais.

A intenção desta pesquisa é inicialmente atuar em esquemas de controles de acesso, propondo novos esquemas para as WBANs que sejam eficientes em consumos de energia e ao mesmo tempo tenham características para aplicações médicas, como tratamento quase em tempo real, prioridade para alguns sensores e a confiabilidade dos dados obtidos. Além disso, o objetivo é, também, propor modelos matemáticos e analisar os desempenhos desses esquemas propostos.

Medium Access Controls for Wireless Body Area Network - WBAN

Main Researcher: Shusaburo Motoyama, Full Professor

Institution: Faculdade de Campo Limpo Paulista, FACCAMP

Abstract

The evolution of electronic of sensors is enabling the creation of sensor networks with specific applications such as in the medical field. A special sensor network that is under development called WBAN (Wireless Body Area Network) aims to monitor and control all vital signals of a human body. The WBANs have some different characteristics of sensor networks, commonly called WSN – Wireless Sensor Network. The two networks need very small sensors and highly efficient in terms of energy consumption, because they are usually accommodated in difficult access places and the batteries are difficult to be exchanged. In the case of WBANs, the sensors can be placed outside or internally of human body or may be attached on special clothing. In the latter case, the batteries will be easier to be exchanged and the consumption of energy will not be critical. Another feature that differentiates it is that the sensors in WBANs can operate in a transmission media with high loss because they can use the human body as means of transmission. Moreover, in the case of WBANs, the data collected are medicals, therefore require reliability and an almost real time treatment, and are also private and confidential data requiring some type of encryption. These characteristics of WBANs require studies and new proposals in the projects of network architecture, in media access controls, in data manipulation and development of essential applications.

The intent of this research is initially to act on access control schemes, proposing new schemes for the WBANs that are efficient in energy consumption and at the same time have features for medical applications, such as treatment in near real-time, priority for some sensors and reliability of data obtained. In addition, the goal is also to propose mathematical models and to analyze the performances of these proposed schemes.

1) Enunciado do problema

A evolução da eletrônica de sensores está possibilitando a criação de redes de sensores com aplicações específicas como na área médica. Uma rede especial de sensores que está em desenvolvimento denominada WBAN (Wireless Body Área Network) ou rede de área corporal sem fio objetiva monitorar e controlar todos os sentidos vitais de um corpo humano. As WBANs têm algumas características diferentes das redes de sensores, comumente chamadas de WSN – Wireless Sensor Network. As duas redes necessitam de sensores de dimensões diminutas e altamente eficientes em termos de consumo de energia, pois, são geralmente colocados em lugares de difíceis acessos e as baterias são difíceis de serem trocadas ou recarregadas. No caso das WBANs, os sensores podem ser colocados externa ou internamente ao corpo humano ou podem ser colocados em vestes especiais. Neste último caso, as baterias serão mais fáceis de serem trocadas e o consumo de energia não será crítico. Uma outra característica que as diferencia é que os sensores nas WBANs podem operar em meios de transmissão com bastante perda, pois podem utilizar o corpo humano como meios de transmissão [1]. Além disso, no caso das WBANs, os dados coletados são médicos, portanto necessitam de confiabilidade e tratamento em tempo quase real, e, também, são dados privativos e confidenciais necessitando de algum tipo de criptografia. Essas características das WBANs exigem estudos e novas propostas nos projetos de arquitetura de rede, nos controles de acesso ao meio, na manipulação de dados e no desenvolvimento de aplicativos essenciais [1]. A intenção desta pesquisa é atuar em alguns aspectos dessas redes, propondo novas ideias, esquemas e protocolos, e através de proposição de modelos matemáticos, estudar e analisar os desempenhos dessas redes propostas.

Primeiramente, serão estudadas e detalhadas as principais características das WBANs que utilizam sensores externos, subcutâneos ou implantados em vestes especiais e elaborar propostas de redes mais adequadas para essas finalidades específicas. Em particular, nesta pesquisa inicial, estamos interessados nas propostas e análises de desempenho dos controles de acesso aos meios mais convenientes para cada tipo de rede de sensores (se externos, subcutâneos ou implantados em vestes).

Para os sensores externos ou subcutâneos, o eficiente consumo de energia é de extrema importância para o tempo de vida de uma WBAN. Vários critérios foram propostos para minimizar o consumo de energia em WSN, como [2]: evitar colisão, diminuir o *overhearing* (escuta inútil), controle do *overhead* e *idle listening* (escuta ociosa, quando não há tráfego na rede). Nas arquiteturas de protocolos de WSNs, uma das camadas de maior relevância é a

MAC (*Medium Access Control*). Os métodos de controle de acesso ao meio influenciam no consumo de energia dos dispositivos de rede, na forma como as informações são encaminhadas e na maneira como as aplicações são concebidas. Vários protocolos MAC para WSNs têm sido propostos na literatura [2], [3],[4], [5], [6], [7], [8], [9] visando obter eficientes esquemas de acesso, e são geralmente baseados em contenção ou então em TDMA.

Por exemplo, os protocolos MAC propostos em [2], [3] são baseados no esquema de acesso com contenção e usam um período cíclico de tempo. Cada período é dividido em uma parte ativa e uma de repouso em que o nó é desativado. Na parte ativa todos os nós são acordados e executam toda a comunicação de troca de informações necessária, iniciando com o diálogo RTS-CTS (*Request-To-Send/Clear-To-Send*) para controle da contenção e em seguida para transmissão de dados e recepção do ACK (mensagem de confirmação). É o mesmo protocolo de controle usado no MAC do IEEE 802.11. A diferença entre os protocolos propostos em [2], [3] está que no primeiro a parte ativa assim como a de repouso é fixa e no segundo, esta é variável, o que o torna mais eficiente. Um exemplo de protocolo baseado em TDMA para WSNs foi proposto em [6]. Nesse protocolo um quadro é dividido na parte de agendamento e na parte de dados. A parte de dados é subdividida em slots para transmissão de dados. Uma desvantagem deste protocolo é que o algoritmo de agendamento é baseado em um esquema de eleição para escolher quais nós devem transmitir e receber, o qual é complexo, ocasionando um número excessivo de pacotes de *overhead*.

Outros esquemas de acesso apresentados na literatura [4], [5] utilizam algumas técnicas para minimizar ainda mais o consumo de energia. Em [4] o controle de acesso ao canal é feito por um esquema de amostragem de ruído do canal de transmissão, determinando assim o estado do mesmo. Já em [5] é proposto um algoritmo distribuído para o balanceamento da carga da rede, estabelecendo que os nós sensores com estado de energia baixa, devem ser tratados diferentemente e usados com menor frequência no encaminhamento das mensagens. Outros esquemas [7], [8] utilizam técnicas adaptativas. Em [9] é feito um levantamento detalhado dos esquemas de acessos.

A maioria dos protocolos supracitados é voltada às aplicações gerais. No entanto, para uma aplicação específica como a WBAN o consumo de energia pode ser minimizado usando as características apresentadas pela aplicação. Para aplicações em sistemas médicos, a mobilidade dos nós sensores não é alta e o sinal de rádio de cada nó é alcançado por todos outros nós, fatos que podem ser utilizados para reduzir o *overhead* de comunicação e o consumo de energia de cada nó. Em [10], [11] e [12] foram publicados os artigos em que propusemos dois protocolos baseados em TDMA. Nesta atual pesquisa que estamos

propondo, investigaremos novas propostas de esquemas de acesso que considerará, por exemplo, uma prioridade maior a um grupo de sensores que terá mais acessos ao meio. São situações que alguns sensores necessitam enviar dados com maior urgência e constantemente durante um período de tempo.

2) Resultados esperados

Espera-se nesta pesquisa obter propostas de novos esquemas de acessos para as redes WBANs específicas para cada tipo de sensores (externos, subcutâneos ou implantados em vestes especiais). Um outro resultado esperado nesta pesquisa é obtenção de modelos de análise para as redes propostas e estudos comparativos com outras redes existentes. E, por fim, esperam-se as publicações de artigos em congressos nacionais e internacionais e também em revistas nacionais e internacionais.

1. Desafios científicos e tecnológicos e os meios e métodos para superá-los

Os desafios científicos e tecnológicos são as proposições de novos esquemas de acessos para as WBANs que sejam eficientes em consumos de energia e ao mesmo tempo tenham características para aplicações médicas, como tratamento quase em tempo real, prioridade para alguns sensores e a confiabilidade dos dados obtidos. Os meios e métodos para tratar desses problemas serão através de estudos das características dos esquemas de acesso existentes e separando os pros e os contras de cada um deles e finalmente, as proposições de esquemas mais convenientes que satisfaçam as características desejadas. Os estudos dos desempenhos dessas redes propostas serão feitos através dos modelos matemáticos com a utilização de probabilidades, teoria de fila e simulações numéricas.

2. Cronograma

Os trabalhos serão divididos semestralmente:

1º semestre: Leitura e estudo das redes existentes, destacando os pros e contras de cada rede, e proposição de uma rede WBAN.

2º semestre: Proposição do modelo matemático da rede WBAN proposta, estudo de desempenho dessa rede e submissão de um artigo em um congresso nacional.

3º semestre: Submissão de um artigo para um congresso internacional e revisão da rede proposta para um desempenho melhor e submissão de artigo a um congresso nacional.

4º semestre: Proposição de modelo matemático e estudo de desempenho da rede alternativa obtida através da revisão e submissões de artigos em um congresso internacional e em uma revista internacional.

3. Disseminação e avaliação

Os principais meios de disseminação dos resultados da pesquisa serão através de relatórios, participações em congressos nacionais e internacionais, e publicações em revistas nacionais e internacionais. A avaliação da pesquisa será constante através dos comentários dos revisores dos congressos nacionais e internacionais e de relatórios semestrais que serão enviados à Fapesp.

4. Bibliografia

- 1) 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
- 2) 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.
- 3) T. Van Dam and K. Langendoen, "An adaptive energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks", in *Proceedings of the first international conference on Embedded networked sensor systems*, pp. 171-180, ACM Press, 2003.
- 4) J. Polastre, J. Hill and D. Culler, "Versatile low power media access for wireless sensor networks", in *Proceedings of the 2nd international conference on embedded networked sensor systems*, pp. 95-107, ACM Press, 2004.
- 5) R. Kalidindi, L. Ray, R. Kannan and S. Iyengar, "Distributed Energy Aware MAC

Layer for wireless sensor networks”, in *International conference on wireless networks*, Las Vegas, Nevada, 2003.

- 6) V. Ranjendran, K. Obraczka and J.J.Garcia-Luna-Aceves, “Energy-efficient collision-free medium access control for wireless sensor networks”, in *Proceedings of the first international conference on embedded networked sensor systems*, pp.181-192, ACM Press, 2003.
- 7) W. Ye, J. Heidemann and D. Estrin, “Medium Access Control with Coordinated Adaptive Sleeping for Wireless Sensor Networks”, *IEEE/ACM Trans. Net.*, vol. 12, nº. 3, pp. 493–506, June 2004.
- 8) S. Kim, D.-S. Huang, X.-P. Zhang and G.-B Huang, “An adaptive energy-efficient and low-delay MAC protocol for wireless sensor networks”, *ICIC 2005*, Part II, LNCS Vol.3645, pp. 598-606, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg, 2005.
- 9) I. Demirkol, C. Ersoy and F. Alagöz, “MAC Protocols for Wireless Sensor Networks: A Survey”, *IEEE Communications Magazine*, vol. 44, pp. 115-121, April 2006.
- 10) OLIVEIRA, S. S. ; MOTOYAMA, S. . Protocolos de Controle de Acesso ao Meio Orientados a Aplicações para Redes de Sensores sem Fio. *Revista IEEE América Latina*, v. 7, p. 586-593, 2009.
- 11) OLIVEIRA, S. S. ; MOTOYAMA, S. . Um Protocolo MAC para Redes de Sensores semFio Voltado para Aplicações Específicas utilizando Método de Acesso TDMA. In: XXVI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações - SBrT, 2008, Rio de Janeiro, RJ. XXVI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações - SBrT, 2008.
- 12) OLIVEIRA, S. S. ; MOTOYAMA, S. . Proposal of an MAC Protocol for Wireless Sensor Network with Fixed Scheduling of Channels. In: International Workshop on Telecommunications - IWT 2007, 2007, Santa Rita do Sapucaí-MG. International Workshop on Telecommunications, 2007. v. 1. p. 178-182.