

Chaveamento de Transmissão Baseado na Temperatura do Nó em Redes de Sensores Corporais Sem Fio

Creyton Barreto de Moraes Ferreira e Felipe da Rocha Henriques

Resumo—Neste trabalho, um esquema de chaveamento de transmissão baseado na temperatura do nó é proposto. Periodicamente, cada nó da rede verifica sua temperatura. Caso ela atinja um valor limite, a transmissão de dados é interrompida, e outro nó que esteja apto inicia a transmissão. Simulações são realizadas, considerando redes IEEE 802.15.4 e IEEE 802.15.6, e algumas métricas são avaliadas, como a quantidade de quadros recebidos e o consumo de energia dos nós, comparando os dois padrões de rede.

Palavras-Chave—Redes de Sensores Corporais sem Fio, Temperatura, Transmissão.

Abstract—In this work, a transmission scheduling scheme based on the temperature of sensor node is proposed. Periodically, each node verifies its temperature. If it reaches a superior bound, the node stops data transmission, and other active node starts transmission. Simulations are run, considering IEEE 802.15.4 and IEEE 802.15.6 networks, and some metrics are evaluated, such as the amount of received frames and energy consumption of nodes, comparing these network standards.

Keywords—Wireless Body Area Networks, Temperature, Transmission.

I. INTRODUÇÃO

Redes de Sensores Sem Fio (RSSFs) são um tipo de rede *ad hoc* composta por nós capazes de coletar dados e transmitilos de maneira autônoma utilizando algum padrão de rede sem fio [1]. Neste trabalho, os nós sensores medem dados biométricos de pacientes, tais como eletrocardiograma [2], batimentos cardíacos ou saturação de oxigênio no sangue. Esse tipo de RSSF é conhecido como Redes de Sensores Corporais Sem Fio (do inglês, *Wireless Body Area Network*—WBAN) [3].

Os nós sensores de uma WBAN podem estar dispostos sobre a pele ou implantados sob a pele do paciente. Por mais que a potência de transmissão desses nós seja baixa, da ordem de -10dBm [3], eles esquentam e podem causar problemas, já que estão em contato direto com a pele. Desse modo, a temperatura do nó sensor passa a ser um parâmetro importante, quando ele está se comunicando [4].

Neste trabalho, um esquema de chaveamento de transmissão baseado na temperatura do nó sensor é proposto. Simulações são realizadas utilizando o simulador de rede Castalia (Omnnet++) e os dois principais padrões de redes sem fio utilizados em redes WBAN (IEEE 802.15.4 e IEEE 802.15.6) são comparados.

Creyton Barreto de Moraes Ferreira e Felipe da Rocha Henriques, CEFET-RJ—Campus Petrópolis, Petrópolis—RJ, Brasil, E-mails: creytonbarretobmf@gmail.com, felipe.henriques@cefet-rj.br. Este trabalho foi parcialmente financiado pela DIPP (CEFET-RJ).

II. CHAVEAMENTO DE TRANSMISSÃO BASEADO NA TEMPERATURA

A Figura 1 apresenta a base do esquema proposto neste trabalho. Um dado nó sensor inicia sua transmissão (com temperatura T_0) para o sorvedouro, nó responsável por receber todo o tráfego da rede. O nó sorvedouro pode ser um *smartphone* ou outro dispositivo mais robusto que esteja fora do corpo do paciente. Periodicamente, o nó transmissor monitora sua temperatura, que tende a subir conforme a transmissão de dados. Quando a temperatura do nó chega em um limite predefinido, esse nó envia um quadro de alerta de temperatura em *broadcast* e ele para de transmitir. Outro nó que esteja com a temperatura baixa inicia sua transmissão, enquanto o primeiro nó é resfriado em um modo de inatividade (modo *sleep*, usado para economizar energia).

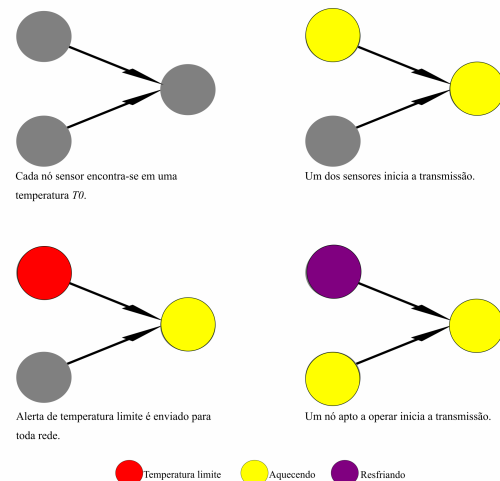


Fig. 1. Esquema de chaveamento de transmissão baseado na temperatura.

III. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

O cenário de simulação determinado é composto por dois nós sensores medindo dados biométricos de um paciente, posicionados na sua região torácica. Os nós transmitem seus dados para um sorvedouro fora do corpo do paciente. Os padrões IEEE 802.15.4 e IEEE 802.15.6 são considerados no simulador Castalia/Omnnet++. A energia inicial dos nós sensores é de 18.720 Joules [5], a potência de transmissão é de -10dBm e a sensibilidade do receptor é de -87dBm.

A temperatura inicial T_0 dos nós é de 24 graus e a cada 100ms os nós monitoram a temperatura, até o valor limite de 32 graus Celsius. A média de 50 rodadas de simulação, cada qual com 200 segundos, é apresentada nos gráficos de resultados, juntamente com o intervalo de confiança de 95% (para as Figuras 3 e 4).

A Figura 2 apresenta a variação de temperatura dos dois nós sensores em um período de 16 segundos, para os dois padrões de rede sem fio. Pode-se observar que o IEEE 802.15.4 aquece um pouco mais rápido que o IEEE 802.15.6, mas o resfriamento ocorre com o mesmo intervalo de tempo. Em relação ao chaveamento da transmissão, verificamos que o nó 2 inicia sua transmissão somente quando o nó 1 atinge a temperatura limite, como esperado.

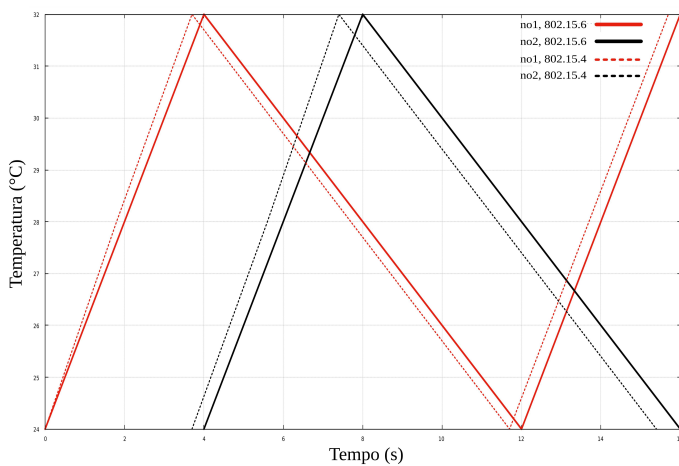


Fig. 2. Variação da temperatura dos nós em função do tempo, para os dois padrões de rede.

A Figura 3 apresenta o consumo de energia, em Joules, de cada nó, após os 200 segundos de simulação. Ambos os padrões de rede sem fio apresentam um pequeno consumo de energia, quando comparado ao valor inicial em Joules de cada nó. Além disso, percebe-se uma pequena redução no consumo quando o IEEE 802.15.6 é usado nas simulações.

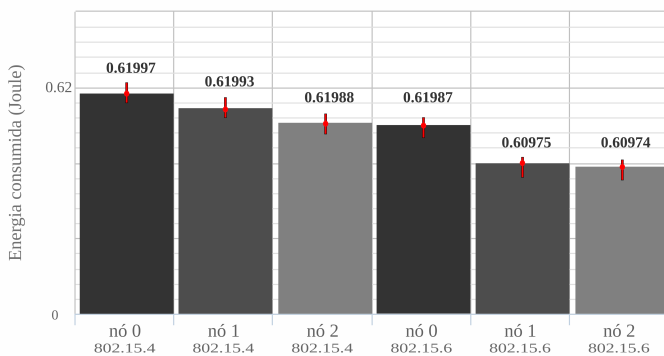


Fig. 3. Consumo energético dos nós da rede após 200 segundos de simulação, para os dois padrões de rede.

Por fim, a Figura 4 mostra a quantidade de quadros recebidos por nó sensor, pelo sorvedouro. Conforme esperado, o aumento da taxa de transmissão, em quadros por segundo, faz aumentar a recepção.

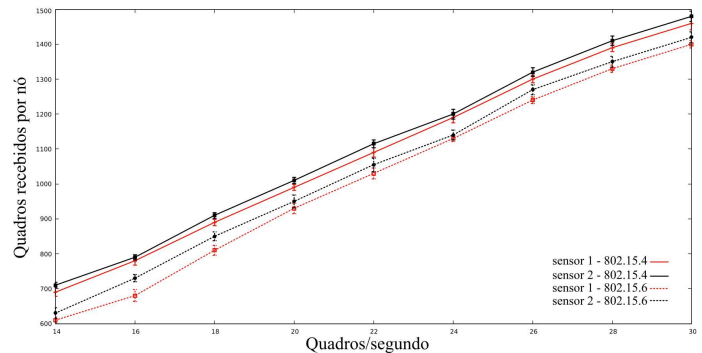


Fig. 4. Quantidade de quadros recebidos em função da taxa de transmissão, para os dois padrões de rede.

IV. CONCLUSÕES E FUTURAS DIREÇÕES

Neste trabalho, um esquema de chaveamento de transmissão baseado na temperatura do nó sensor é proposto. Esse tipo de esquema é avaliado para redes de sensores corporais sem fio, em que os nós podem estar implantados no corpo do paciente. Simulações foram realizadas utilizando-se o simulador de rede Castalia/Omnet++ considerando os padrões IEEE 802.15.4 e IEEE 802.15.6. O funcionamento do esquema proposto ocorreu conforme esperado e pôde-se verificar que ambas as redes apresentaram baixo consumo de energia por parte dos nós, o que permite uma maior autonomia de monitoramento.

Este esquema de chaveamento de transmissão pode ser estendido para redes de múltiplos saltos, em que a temperatura do nó sensor passa a ser considerada como métrica de roteamento.

REFERÊNCIAS

- [1] F. R. Henriques, L. Lovisolo, and M. G. Rubinstein, "DECA: distributed energy conservation algorithm for process reconstruction with bounded relative error in wireless sensor networks," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, vol. 2016, no. 163, pp. 1–18, July 2016.
- [2] F. R. Henriques, L. C. S. C. Retondaro, E. F. Carneiro, and D. K. T. de Moraes, "Remote Monitoring of Electrocardiogram Signals Transmitted in a ZigBee Network," in *Proceedings of the XXXI Simpósio Brasileiro de Telecomunicações-SBrT 2013*, Fortaleza-CE, 2013, pp. 1–5.
- [3] V. Kumar and B. Gupta, "Performance Analysis of IEEE 802.15.6 CSMA/CA Protocol for WBAN Medical Scenario through DTMC Model," *Journal of Medical Systems*, vol. 40, no. 12, pp. 276, Oct 2016.
- [4] W. Jiang, Z. Wang, M. Feng, and T. Miao, "A survey of thermal-aware routing protocols in wireless body area networks," in *2017 IEEE International Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC)*, July 2017, vol. 2, pp. 17–21.
- [5] A. Bouayad, E. H. Chaoui, M. E. Ghazi, and M. E. Bekkali, "Energy Efficiency of IEEE 802.15.6 MAC Access Modes for Remote Patient Monitoring Applications," *International Journal of Computer Science and Information Security*, vol. 13, no. 4, pp. 68–77, Apr 2015.