

Proposta e avaliação de algoritmos de roteamento para Redes de Sensores sem Fio (RSSF)

Projeto de Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Ricardo Moraes

Coorientador: Prof. Carlos Montez

1. Contextualização

Redes de sensores sem fio (RSSFs) são redes compostas de nós autônomos com funcionalidades de sensoriamento, de comunicação e de computação, possuindo capacidades de auto-organização e de tolerância a falhas, exigem baixa manutenção, são baratas e simples de implementar [1]. Na última década foi padronizado o protocolo de rede IEEE 802.15.4 [2], que hoje é considerado o padrão de referência para RSSF. Atualmente, existe uma forte tendência para a utilização de comunicação sem fios na implementação de Sistemas de Controle Via-Rede, onde diversas tecnologias estão sendo abordadas, porém, devido aos diversos benefícios inerentes, a utilização de RSSFs está sendo amplamente pesquisada pela comunidade científica para aplicações industriais e civis, incluindo-as em aplicações relacionadas à saúde, “*smart grids*”, controle de processos, etc [1][3][4][5].

Os benefícios de uso das RSSFs são alcançáveis, principalmente, se os nós da RSSF forem capazes de fazer um uso parcimonioso de energia, visto serem alimentados por baterias ou colherem energia do ambiente circundante. Assim, é impossível a utilização de protocolos de rede sem fios tradicionais, tais como IEEE 802.11, em que a eficiência de energia não é um dos problemas principais. Então, com o objetivo de prolongar a vida útil das RSSFs, os protocolos de Controle de Acesso ao Meio (MAC) levam em conta este requisito [6], sendo tradicionalmente projetados para resolver o desafio da eficiência energética [7][8][9].

O funcionamento das RSSFs é tradicionalmente centrado nos dados, o que significa que os dados coletados no ambiente devem ser entregues em tempo útil na estação base. Considerando que existe um elevado número de nós numa rede de grande escala, é normal que nós vizinhos estejam próximos uns dos outros. Desta forma, o princípio de roteamento “*multihop*” é adequado para permitir a reutilização do canal de comunicação em diferentes regiões da RSSF e para superar alguns dos problemas relacionados com a propagação do sinal em comunicações de longa distância [9][10][11].

Os principais desafios de pesquisa em roteamento “*multihop*” em RSSFs são essencialmente devidos ao grande número de restrições que devem ser simultaneamente satisfeitas. Uma das restrições mais importantes é a exigência de um reduzido consumo de energia dos nós sensores devido à dificuldade (ou impossibilidade) de substituição das fontes de

alimentação. É normal ter aplicações de RSSFs que devem operar durante meses ou anos, sem que haja substituição (ou recarregamento) das fontes de alimentação. Portanto, o consumo de energia deve ser considerado como um parâmetro primordial no projeto de algoritmos de roteamento “*multihop*”, a fim de prolongar a vida útil da RSSF [11].

2. Objetivo Geral

Um dos principais objetivos deste projeto de mestrado é propor e avaliar algoritmos de roteamento de tempo real para RSSF de grande escala. Em princípio desenvolver-se-á um algoritmo com quatro módulos funcionais, incluindo: gestão de localização, gestão de roteamento, gestão de energia e gestão de vizinhança. A gestão de localização calcula em cada nó sensor a sua localização com base na distância a três nós vizinhos. A gestão de energia determina o estado da alimentação do receptor e a potência de transmissão do nó sensor. A gestão da vizinhança mantém uma tabela dos nós vizinhos candidatos para o encaminhamento de mensagens. A gestão de roteamento seleciona o encaminhamento ideal e implementa o problema do roteamento. Uma ampla revisão do estado-da-arte em comunicação de tempo real para redes de sensores pode ser encontrada em [12].

3. Plano de Atividades

Os principais objetivos deste plano de trabalho são:

- i) Estudar e selecionar algoritmos de roteamento aplicáveis em RSSF de larga escala;
- ii) Propor um novo algoritmo de roteamento para RSSF;
- iii) Implementar os algoritmos propostos nos nodos sensores;
- iv) Avaliar experimentalmente as soluções propostas;
- v) Validar os resultados obtidos.

As principais atividades que serão realizadas são resumidamente descritas abaixo:

Atividade 1: Estudo das RSSF e das linguagens de programação para implementação em nodos reais (MicaZ e/ou Arduino).

Inicialmente o mestrado deverá estudar o funcionamento das RSSF com foco no padrão IEEE 802.15.4 [2], estabelecendo um cronograma de estudo dirigido dos principais aspectos referentes a este padrão. Paralelamente, o aluno deverá iniciar um estudo referente a linguagem de programação utilizada para implementação dos algoritmos nos nodos reais.

Atividade 2: Proposta e Implementação dos algoritmos de roteamento

Com o objetivo de propor um novo algoritmo de roteamento, o mestrando deverá realizar uma revisão sistemática da literatura dos algoritmos de roteamento para RSSF de larga escala. O mecanismo proposto será implementado em nodos sensores reais (MicaZ e/ou Arduino).

Atividade 3: Construção do cenário experimental

O objetivo desta tarefa é construir um cenário experimental, utilizando vários nodos micaZ e/ou Arduino para analisar a viabilidade de implementação dos algoritmos de roteamento em nodos reais. Nesta atividade serão definidas as métricas que serão utilizadas para a avaliação dos algoritmos. As principais métricas estarão relacionadas com o consumo energético da rede, atraso fim-a-fim, taxa de perdas de pacotes, etc.

Por fim, destacamos que o ambiente de testes desenvolvido neste projeto será amplamente utilizado para avaliar os novos mecanismos de comunicação e algoritmos de roteamento propostos no grupo de pesquisa.

Atividade 4: Avaliação dos algoritmos de roteamento

Nesta tarefa serão realizados testes experimentais dos diversos cenários definidos na atividade anterior.

Atividade 5: Escrita da dissertação

Ao final das tarefas, o mestrando deverá elaborar relatórios técnicos das atividades desenvolvidas, os quais serão utilizados na escrita da dissertação de mestrado. Além disso, pretende-se que o aluno publique pelo menos 2 artigos em eventos científicos relevantes.

OBS.: O mestrando terá auxílio de um estudante de Iniciação Científica para as atividades de implementação.

4. Referências Bibliográficas

- [1] A. Willig, "Recent and Emerging Topics in Wireless Industrial Communications: A Selection," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 4, no. 2, pp. 102–124, 2008.
- [2] "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks--Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)," *IEEE Std 802.15.4-2011 (Revision IEEE Std 802.15.4-2006)*, pp. 1–314, 2011.
- [3] "NBR 6023 Informação e documentação - Referências - Elaboração," 2002.
- [4] S. Shue and J. M. Conrad, "A Survey of Robotic Applications in Wireless Sensor Networks," *Proc. IEEE Southeastcon, 2013*, pp. 1–5, 2013.
- [5] H. Pei, X. Li, S. Soltani, M. W. Mutka, and X. Ning, "The Evolution of MAC Protocols in Wireless Sensor Networks: A Survey," *Commun. Surv. Tutorials, IEEE*, vol. 15, no. 1, pp. 101–120, 2013.
- [6] K. Kredo Ii and P. Mohapatra, "Medium access control in wireless sensor networks," *Comput. Networks*, vol. 51, no. 4, pp. 961–994, 2007.
- [7] Y. Wei, J. Heidemann, and D. Estrin, "Medium access control with coordinated adaptive sleeping for wireless sensor networks," *IEEE/ACM Trans. Netw.*, vol. 12, no. 3, pp. 493–506, 2004.

- [8] J. Kim and K. H. Park, "An energy-efficient, transport-controlled MAC protocol for wireless sensor networks," *Comput. Networks*, vol. 53, no. 11, pp. 1879–1902, 2009.
- [9] I. F. Akyildiz, S. Weilian, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A survey on sensor networks," *IEEE Commun. Mag.*, vol. 40, no. 8, pp. 102–114, 2002.
- [10] M. Chen, V. C. M. Leung, S. Mao, and Y. Yuan, "Directional geographical routing for real-time video communications in wireless sensor networks," *Comput. Commun.*, vol. 30, no. 17, pp. 3368–3383, 2007.
- [11] K. Romer and F. Mattern, "The design space of wireless sensor networks," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 11, no. 6, pp. 54–61, 2004.
- [12] J. A. Stankovic, T. F. Abdelzaher, L. Chenyang, S. Lui, and J. C. Hou, "Real-time communication and coordination in embedded sensor networks," *Proc. IEEE*, vol. 91, no. 7, pp. 1002–1022, 2003.