

Protocolos para redes de sensores sem fio e internet das coisas

Daniel R. Matos¹, Gabriel A. L. Paillard², Miguel F. de Castro¹

José F. Almeida J.³, Raquel P. da Silva⁴

¹Universidade Federal do Ceará (UFC)

Departamento de Computação

²Universidade Federal do Ceará (UFC)

Instituto Universidade Virtual

³Universidade Federal do Ceará (UFC)

Campus de Quixadá

⁴Universidade Federal do Ceará (UFC)

Departamento de Teleinformática

danielm@ufc.br, gabriel@virtual.ufc.br, miguel@ufc.br

junior.fernandes@sti.ufc.br, r.reboucas1710@alu.ufc.br

Abstract. *Wireless Sensor Networks (WSNs) are used in a lot of applications: from smart homes to military enviromnets. In general, WSNs has severe energy restrictions - a sensor usually has a limited batery and it's not replaceable. Distributing the sensor in a random mander can lead to a redundancy of some areas and this is desirable to support fail of some sensors. In this work, we propose to analyze the perspectives of using a distributed scheduling technique for sensor networks based on a distributed algorithm that select active sensors in order to reduce the redundancy of data obtained by the network and prolong the network lifetime.*

Resumo. *Redes de Sensores Sem Fio (RSSF) são utilizadas em diversos tipos de aplicações: desde casas inteligentes a aplicações militares. RSSF possuem, em geral, severas restrições energéticas - um sensor geralmente possui uma quantidade limitada de bateria e este não é substituível. Os sensores podem possuir uma certa redundância de uma área sensoreada, uma vez que, quando os sensores são distribuídos de forma aleatória, alguns sensores acabam ficando muito próximos, ou mesmo quando são depositados de maneira determinística, uma certa redundância é necessária para prever a falha de alguns destes sensores. Neste trabalho propomos analisarmos as perspectivas de uso de uma técnica de escalonamento distribuído para redes de sensores baseada num algoritmo distribuído que faz um escalonamento de sensores ativos, de forma a reduzir a redundância dos dados coletados e aumentar o tempo de vida da rede de sensores.*

1. Introdução

Os avanços na área de dispositivos eletrônicos - com novas técnicas de miniaturização, redução de consumo de energia e aumento no poder de processamento, vem tornando

possível a popularização do uso de dispositivos de baixo custo, com boa capacidade de processamento e comunicação sem fio. As Redes de Sensores Sem Fio - RSSF, fazem amplo uso deste tipo de dispositivo para as mais variadas aplicações, como monitoramento ambiental, agricultura, monitoramento de saúde, estudo e monitoramento do clima, aplicações militares dentre outras. Além das tradicionais aplicações de RSSF, temos toda uma demanda de aplicações da chamada "Internet das Coisas" (Internet of Things - IoT), onde temos um conjunto de tecnologias que proveem a todas as "coisas", conectividade a toda hora e em todos os locais [Atzori et al. 2010].

Embora os dispositivos continuem dando saltos em tecnologia, especialmente na área de processamento e armazenamento, o mesmo não se pode dizer de sua capacidade energética. A inovação na área de armazenamento de energia não tem acompanhado a demanda crescente dos dispositivos eletrônicos, tornando ainda mais importante o uso eficiente dos recursos computacionais disponíveis. Além disto, mesmo com o aumento do processamento disponível a um custo cada vez mais baixo, ainda se faz necessário o uso de dispositivos com custo extremamente reduzido e restrições energéticas ainda mais altas - como, por exemplo, sensores a serem embutidos em paredes de modo a prevenir o colapso de estruturas em um prédio ou ajudar na busca por sobreviventes de um eventual desastre.

Uma das técnicas mais utilizadas em RSSF para que o tempo de vida da rede seja prolongado é o gerenciamento de cobertura da rede. A cobertura pode ser definida por quanto da área a ser sensoreada está coberta por sensores. Como, em geral, o custo dos dispositivos em uma RSSF deve ser baixo, costuma-se preencher a área a ser monitorada com uma boa quantidade de sensores, implantados - na maioria das vezes, de maneira aleatória, o que pode causar redundância nos dados obtidos por sensores muito próximos. A gerência de cobertura atua ativando ou desativando sensores, de modo a poupar energia, eliminando ou reduzindo a redundância dos dados medidos. É necessário entretanto, tomar cuidado ao desligar nós, pois isto pode afetar a conectividade da rede, deixando sensores sem comunicação.

2. Motivação

O número de RSSF tem aumentado consideravelmente no cotidiano da sociedade atual. Há inúmeras aplicações de RSSF como casas inteligentes (*smart homes*), agricultura, pecuária, monitoramento de saúde, estudo e monitoramento do clima, diversos usos militares, detecção de intrusão, dentre vários outros. Sensores em uma RSSF possuem, em geral, restrições de processamento, armazenamento e, principalmente, restrições de energia. Muita pesquisa tem sido feita em busca de técnicas para minimizar o efeito destas restrições nas aplicações de RSSF.

Nesta perspectiva propusemos um algoritmo distribuído baseado numa técnica de escalonamento por inversões de arestas o qual foi publicado em [Matos et al. 2016]. O algoritmo de Escalonamento por Inversão de Arestas, proposto por [Barbosa and Gafni 1989], consiste em um mecanismo de controle de concorrência de acesso a recursos compartilhados em sistemas distribuídos. A solução de [Barbosa and Gafni 1989], propõe modelar os processos que compartilham recursos como os nós de um grafo direcionado G . Os processos que compartilham recursos possuem uma aresta entre si. O algoritmo pode ser descrito como:

Dado um grafo orientado G , inicialmente oriente G por uma orientação acíclica – que pode ser obtida facilmente se os nós possuem identificadores únicos, basta que, em cada nó, as arestas apontem para os nós que possuem identificadores de valor maior que seu próprio identificador - nós que são sorvedouros nesta primeira orientação tem o direito de operar inicialmente. Após a execução, apenas os nós que eram sorvedouros invertem suas arestas, assim, os nós que passarem a ser sorvedouros nesta nova orientação – que também é acíclica, ganharão o direito de operar. As inversões sucedem-se de maneira que todos os nós terão sua chance de obter o recurso compartilhado. [Barbosa and Gafni 1989].

3. Perspectivas de pesquisa

Em grande parte da literatura, não se mostra nenhuma preocupação com a descoberta inicial de vizinhos, necessária por boa parte dos algoritmos propostos. Nesta descoberta inicial, em geral os nós enviam uma mensagem de *broadcast* - chamada aqui de mensagem *Hello*, e escutam a rede para obter as mensagens *Hello* de seus vizinhos. Dependendo da aplicação executada - e de como os nós são depositados na área, geralmente os nós iniciam-se quase no mesmo momento, logo esta estratégia de envio de mensagens *Hello* por todos os nós pode causar congestionamento ou perda de dados nesta fase inicial, fazendo com que um nó possa não ter informação sobre um vizinho - que nunca seria identificado, por exemplo. Grande parte das simulações nas soluções propostas na literatura consideram um ambiente ideal, sem colisões, ou simplesmente delegam este papel completamente ao Protocolo de Acesso ao Meio (MAC) utilizado. Devido às restrições energéticas, quanto mais simples forem os protocolos, melhor o consumo energético, além do fato de que as reduções de colisões economizam energia por evitar retransmissões. Logo, caso se utilize um protocolo MAC mais elaborado, o consumo de energia por conta da maior complexidade deste MAC poderá ser maior - embora isto dependa também de vários outros fatores, ou ainda, o MAC pode ser complicado demais para rodar em sensores com capacidade muito limitada de processamento. Na solução que desenvolvemos, nós optamos por utilizar uma solução probabilística de [Paillard et al. 2004], onde, a cada iteração do algoritmo, um nó tem uma determinada probabilidade de enviar uma mensagem *Hello* - desta forma, reduz-se a probabilidade de ocorrerem colisões na inicialização da rede, tornando o protocolo mais apto a atuar em aplicações reais.

O próximo passo que pretendemos é implementar o trabalho [Li et al. 2017] que se aproxima muito do que estamos propondo e poderá validar nossa proposta se os resultados forem satisfatórios. Já comparamos nosso trabalho com a implementação do Energy-Efficient and Coverage-specific Node Scheduling for Wireless Sensor Networks ([Meng et al. 2010]). Este algoritmo foi escolhido por também ser um algoritmo distribuído e não depender da localização física dos sensores, tal qual a solução aqui proposta. As simulações serão executadas no simulador Castalia[Castalia 2013]. A escolha do simulador baseou-se, principalmente, nos seguintes fatos: é um simulador específico para RSSF, possui código fonte livre e, por fim, é amplamente utilizado pela comunidade acadêmica [Pediaditakis et al. 2010]. O Castalia foi desenvolvido sobre o *framework* de simulação de redes Omnet++ [Varga 2001, Varga and Hornig 2008]. Pretendemos também dar sequência ao trabalho publicado em [Paillard and Ravelomanana 2008] com as devidas implementações necessárias.

References

- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Comput. Netw.*, 54(15):2787–2805.
- Barbosa, V. C. and Gafni, E. (1989). Concurrency in heavily loaded neighborhood-constrained systems. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.*, 11(4):562–584.
- Castalia (2013). Castalia wireless network simulator.
- Li, Y., Zhang, X., Qiu, T., Zeng, J., and Hu, P. (2017). A distributed TDMA scheduling algorithm based on exponential backoff rule and energy-topology factor in internet of things. *IEEE Access*, 5:20866–20879.
- Matos, D., Paillard, G., and Franklin, M. (2016). A distributed coverage node scheduling algorithm for dense wireless sensor networks. In *XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, Salvador, Brasil.
- Meng, F., Wang, H., Wei, G., and Fan, Z. (2010). Energy-efficient and coverage-specific node scheduling for wireless sensor networks. In *Proceedings of the 13th ACM international conference on Modeling, analysis, and simulation of wireless and mobile systems*, MSWIM '10, pages 368–375, New York, NY, USA. ACM.
- Paillard, G., Djerourou, F., Lavault, C., and Ravelomanana, V. (2004). Assigning codes in a random wireless network. In Souza, J. N., Dini, P., and Lorenz, P., editors, *Telecommunications and Networking - ICT 2004*, volume 3124 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 348–353. Springer Berlin Heidelberg.
- Paillard, G. and Ravelomanana, V. (2008). Limit theorems for degree of coverage and lifetime in large sensor networks. In *INFOCOM*, pages 2011–2019. IEEE.
- Pediaditakis, D., Tselishchev, Y., and Boulis, A. (2010). Performance and scalability evaluation of the castalia wireless sensor network simulator. In *Proceedings of the 3rd International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques*, SIMUTools '10, pages 53:1–53:6, ICST, Brussels, Belgium, Belgium. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).
- Varga, A. (2001). The omnet++ discrete event simulation system. *Proceedings of the European Simulation Multiconference (ESM'2001)*.
- Varga, A. and Hornig, R. (2008). An overview of the omnet++ simulation environment. In *Proceedings of the 1st international conference on Simulation tools and techniques for communications, networks and systems & workshops*, Simutools '08, pages 60:1–60:10, ICST, Brussels, Belgium, Belgium. ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering).