

Estudo da Aplicabilidade das Plataformas de Redes de Sensores Wireless em Ambientes Rurais

Mauro Leonardo Maimoni¹ e Thiago Caproni Tavares²

¹Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Inconfidentes, Inconfidentes, MG, 1606@ifs.ifsuldeminas.edu.br ²Instituto Federal do Sul de Minas – Campus Inconfidentes, Inconfidentes, MG, thiago.tavares@ifs.ifsuldeminas.edu.br

Introdução

O futuro da internet está ligado com o desenvolvimento dos meios que captam as informações do ambiente. Dentro desse contexto, as redes de sensores sem fio (RSSF) foram projetadas para monitorar e rastrear diversos tipos informações tais como ambientais, climáticos, químicos, etc. Essas informações são utilizadas para aumentar a capacidade de produção, reduzir os custos, e otimizar o processo em diversos ambientes.

Dessa forma, pesquisas em RSSF no contexto rural e pecuário são implementados com o objetivo de alcançar otimização de recursos para aumentar a qualidade e competitividade no mercado monitorando características climáticas como luminosidade, temperatura, umidade do solo, umidade do ar dentre outros (PIERCE e ELLIOTT, 2007). Ainda assim, a indústria provê várias plataformas nas áreas militares, ambientais, saúde, domésticas e industriais.

O objetivo principal deste projeto de pesquisa é analisar as diversas plataformas de sensores disponibilizadas pela indústria especializada. Essa investigação deve comparar e definir as características dessas plataformas que mais se adéquam ao contexto rural no que diz respeito a hardware, linguagens de programação e comunicação em rede.

Material e Métodos

As RSSFs são compostas por uma infraestrutura que engloba elementos de sensoriamento, monitoração, computação e comunicação que proveem a um determinado usuário ou sistema a possibilidade de instrumentar, observar e reagir a eventos e fenômenos em um ambiente específico (SOHRABY et al., 2007).

Uma rede de sensores sem fio é composta basicamente por três partes: sistema de nós, rede e ambiente físico. Nesse modelo, o sistema de nós é composto por duas partes *hardware e software*. A plataforma de hardware consiste em uma unidade de processamento, um *transceiver* de radiofrequência, sensores e bateria. O modelo de *software* inclui sistemas operacionais, *middlewares*, pilha de protocolos, implementação do *software* da aplicação,

dentre outros. Por sua vez, os nós são conectados uns aos outros pela rede sem fio que define a topologia e a transferência de pacotes. O modelo do ambiente especifica como os parâmetros físicos variam nos sentidos temporal e espacial (DU et. al., 2010).

O atual estado da arte da tecnologia de sensores fornece soluções para projetar e desenvolver diversas aplicações que utilizam sensores sem fio. A rede de sensores disponíveis no mercado é composta por nós de propósito geral que possuem a tarefa de obter informações de ambientes e nós de ligação responsável por obter informações de sensores genéricos e transmitir para uma estação base.

Em geral, um nó sensor é composto por três componentes que podem estar dispostos em placas (de circuitos integrados) individuais ou embarcados conjuntamente em uma única placa (AKYILDIZ e VURAN, 2010):

- *Módulos Wireless, motes ou Spots*: o principal componente de sensores e possuem os mecanismos de comunicação e uma memória programável onde reside o código das aplicações dos sensores.
- Placas de Sensores: são componentes de sensoriamento embarcados nos motes (diversos tipos de sensores podem ser utilizados).
- Placas de Programação também conhecida como placa *gateway*: componente que provê múltiplas interfaces que incluem portas *Ethernet, Wi-Fi, USB* e serial.

Alguns exemplos da aplicação da tecnologia em redes de sensores sem fio a seguir (STANKOVIC e WOOD, 2011):

- A *VigiNet* foi desenvolvida para Agência de Defesa e Inteligência Americana realizar o rastreamento da capacidade dos inimigos e as posições de alvos em ambientes hostis.
- *AlarmNet* sistema de monitoramento para diagnósticos médico que pretende melhorar a infraestrutura presente nos hospitais os dados são coletados automaticamente, permitindo atendimento diário e acompanhamento médico e diagnóstico.
- *Luster* consegue ter uma visão geral do ambiente monitorado, foi implementada na ilha de *Great Duck* para realizar o rastreamento de zebras no seu habitat natural e o monitoramento de erupções vulcânicas junto com a construção de um site que mostrava as informações captadas.

Desta forma, deve-se levar em consideração o preço do produto para construção da rede, a facilidade no desenvolvimento de aplicações, as características físicas das plataformas, e o consumo de energia durante a execução das aplicações.

Resultados e Discussão

As plataformas captam as informações do ambiente e direcionam para um nó central que as recebe de vários nós sensores e transmitem-nas para dispositivos finais. Geralmente os nós centrais e os nós sensores diferem somente na implementação lógica da rede. Hoje existem diversas plataformas como a Arduino, a *Sun Spot*, a *Crossbow*, a *Texas Instruments*, a *Freescale*, a *Telos*, a *Motes*, a *Wins*, a *Web*, e a BEAN que foram desenvolvidas e possibilitam o monitoramento do ambiente. A evolução das plataformas pode ser observada na Figura 1.

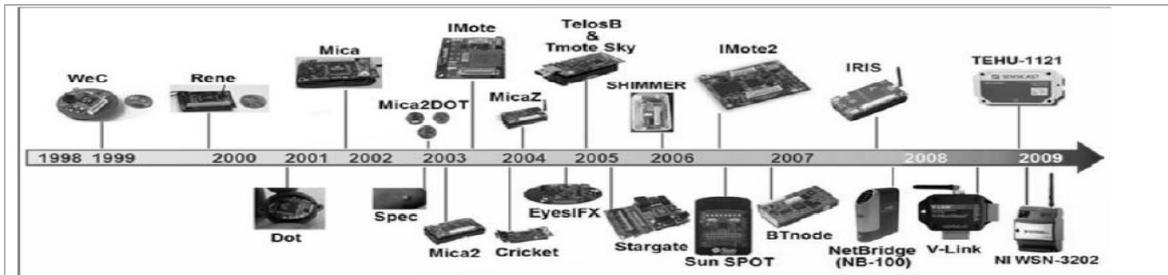


Figura 1: Plataformas de Sensores (AKYILDIZ e VURAN, 2010).

A plataforma Arduino possui diversos sensores que captam informações do ambiente que podem ser utilizados para monitorar temperatura, umidade do ar e do solo, e luminosidade do ambiente que chegam a custar de 1,50 a 45 dólares. Esta plataforma possui uma placa de programação que permite fazer a programação de aplicações para esta plataforma. Ela possui um *firmware* que controla a rede através de um modelo da camada *OSI* para facilitar as alterações. É composta por dispositivos finais conectados via *USB* com uma estação que faz a transmissão dos dados através de pacotes de 52 *bytes* com o sensor e este transmite de volta até o dispositivo final. Para isso acontecer, existe um mapa do pacote onde os *bytes* são alterados e permitem controlar dispositivos e atender solicitações para medir grandezas existentes. O kit básico Arduino custa 19,90 dólares com variações para o real.

Por sua vez, plataforma *Sun Spot* é composta por nós sensores que captam os dados do ambiente, passam para uma estação base que recebe as informações e as enviam para o dispositivo final. Os sensores captam do ambiente as seguintes características como temperatura, acelerômetro, luminosidade dentre outras, além de possuir oito *LEDs* tricoloridos, micro controlador *Atmel AT91RM9200* baseado no processador *ARM920T Core 32 bits* com 180 MHz, 512KB *RAM*, 4MB de *flash*, bateria recarregável de *lítio-ion* de 3.6V e 750 mAh, e com uma antena de rádio integrada na placa, *standard IEEE 802.15.4* de 2.4 GHz. Para o desenvolvimento de aplicações usa-se um emulador que ajuda na construção de

aplicações em linguagem Java ao permitir testar as aplicações antes de leva-las para a aplicação no ambiente rural seu kit pode ser comprado por cerca de 307,20 dólares.

Já as plataformas *Crossbow*, *Texas Instruments*, *Freescale*, e *Telos* podem utilizar o protocolo *IEEE 802.15.4* ou outros protocolos como *SMAC* ou *ZigBee*. A família *Motes* foi desenvolvida com o objetivo de produzir dispositivos de baixo custo e consumo de energia utilizada no projeto *SmartDust* do Exército Americano que produziram uma miniaturização dos nós conhecida com *Spec Motes*. A plataforma *Wins* objetivava monitorar pacientes e veículos. E plataforma *Web* foi desenvolvida para monitoramento de estufa em três gerações que permitiram o aumento da sensibilidade para temperaturas maiores (DA SILVA, 2006).

E a plataforma *BEAN* desenvolvida por pesquisadores brasileiros da Universidade de Minas Gerais (UFMG) e é o primeiro e único projeto relacionado com nós sensores no país. O objetivo é a construção de um protótipo de nó sensor com o mínimo de consumo de energia e custo muito reduzido. E foi construído um sistema operacional chamado *Yatos* desenvolvido de Almeida et al. (2004) que é dedicado ao hardware deste sensor, implementa uma funcionalidade de detecção de eventos muito útil para o nó (DA SILVA, 2006).

Além das plataformas foram desenvolvidos o padrão 802.15.4 produzido por grandes grupos de empresas como a *ZigBee*, *HomeRF*, *Spinoff* e o *IEE Working Group 15* em meados de 2000 para definir as especificações das camada *PHY* (Física) e *MAC* (Controle de Acesso ao Meio) para dispositivo final, roteadores (nós sensores) e coordenadores (nó base). Suas características são taxa de transmissão de 250kbps, 40kbps, 20kbps; na topologia de rede estrela a comunicação é realizada entre o dispositivo e o coordenador central ou ponto a ponto todos os dispositivos podem ser configurados para se comunicarem.

O padrão *ZigBee* foi projetado para desenvolver um padrão capaz de possibilitar um controle seguro, de baixo custo e a potência entre duas redes sem fio para controlar muitos equipamentos. Este padrão permite utilizar as seguintes topologias estrela, árvore, e malha implementadas nas camadas de rede, transporte e aplicação que realiza um conjunto de serviços específicos sendo necessária a cada troca de camada um serviço do tipo ponto de acesso (*SAP*) que suporte um número de primitivas de serviço para atingir a funcionalidade necessária (PODEROSO et al., 2009). As frequências menores para camada física deste padrão abrangem 868 MHz (União Europeia) e a 915 MHz, utilizada em países como EUA e Austrália. E a camada *MAC* controla o acesso ao rádio por mecanismo *CSMA-CA* a qual tem a responsabilidade de transmitir pacotes *beacon* e sincronizar para aumentar a confiabilidade.

O padrão *SMAC* é implementado na linguagem de programação C ANSI para desenvolver aplicações em circuitos integrados dos módulos MC1392 existentes nas placas da

Freescale. A estrutura do pacote deste padrão é composta por quatro *bytes* do preâmbulo (*Preamble*), um *byte* de delimitador de início de quadro (*Start Frame Delimiter - SFD*), um *byte* de indicador de tamanho do quadro (*Frame Length Indicador - FLI*), até 125 *bytes* do quadro de dados (*Payload Data*) e dois *bytes* do quadro de checagem de erros (*Frame Check Sequence - FCS*) como mostra a Figura 2 (CAMPOS, 2006).

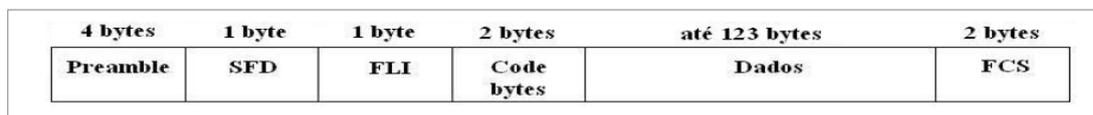


Figura 2: Divisão de *Bytes* de um pacote *SMAC*.

Conclusões

As redes de sensores são importantes em ambientes rurais para o desenvolvimento na agricultura de precisão ao captar dados do ambiente de maneira confiável ao proporcionar o aumento da produtividade de atividades agrícolas. No contexto deste estudo, verificou-se que as plataformas Arduino e Sun Spot são mais adequadas devido a grande utilização desses modelos pela comunidade científica, pela facilidade no desenvolvimento de aplicações e no baixo custo da implantação.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo fornecimento de bolsas e auxílio financeiro ao qual investiu na realização desta pesquisa promovendo pesquisas nesta área pouco explorada. Ao instituto que trouxe palestrantes na área de tecnologia em rede de computadores com o intuito de ajudar. Aos professores Luis Carlos Dias Rocha, Thiago Caproni Tavares, Luiz Carlos Branquinho Caixeta Ferreira, e Vinícius Ferreira Souza incentivaram e o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, V. C.; VIEIRA, L. F. M.; VITORINO, B. A. D.; VIEIRA, M. A. M. Vi; NACIF, J. A.; FERNANDES A. O.; DA SILVA D. C.; COELHO JUNIOR, C. N. Sistema operacional yatos para redes de sensores sem fio, In: Workshop em Sistemas Operacionais, 2004.

AKYILDIZ, I.; VURAN, M. C. Wireless sensor networks. New York, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2010.

CAMPOS, C. F. P. S.; Estudo e especificação de um sistema de instrumentação para unidades de elevação de petróleo utilizando tecnologia sem fio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

DU, W.; NAVARRO, D.; MIEYEVILLE, F.; GAFFIOT, F. Towards a taxonomy of simulation tools for wireless sensor networks. In: SIMUTools '10: Proceedings of the 3rd International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques, ICST, Brussels, Belgium, Belgium: ICST (Institute for Computer Sciences, social-Informatics and Telecommunications Engineering), 2010, p. 1-7.

DA SILVA, I. M. D. Redes de Sensores sem Fio aplicadas em Ambientes Industriais de Petróleo e Gás. Monografia (Conclusão do Curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Automação, Natal, 2006.

SOHRABY, K.; MINOLI, D.; ZNATI, T. Wireless sensor networks: Technology, protocols, and applications. 2007.

STANKOVIC, J. A.; WOOD A. D. Theoretical Aspects of Distributed Computing in Sensor Networks. 2011, cap 25, p. 835-863.

PIERCE, F.J.; ELLIOTT, T. V. Regional and on-farm wireless sensor networks for agricultural systems in Eastern Washington. Computers and electronics in agriculture. (Washington), 2007, p. 32-43.

PODEROSO, F; SOBRAL, V.A; LIMA, R.N.; OLIVEIRA, A.; Rede ZigBee Aplicada à Medição em Agricultura 2009; In: VIII Semetro João Pessoa, Pernambuco, 2009; Anais... Salvador: UFBA, 2009, p.1-5.