

Redes de Sensores Sem Fio

Antonio Alfredo Ferreira Loureiro

Email: loureiro@dcc.ufmg.br

Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte, Minas Gerais

Redes de Sensores sem Fio (RSSFs) são uma tecnologia emergente que promete uma funcionalidade sem precedentes para monitorar, instrumentar, e, possivelmente, controlar o mundo físico. Redes de sensores sem fio consistem de um grande número de dispositivos sem fios (nós sensores ou simplesmente sensores) densamente distribuídos em uma região de interesse. Sensores têm conectividade sem fio e são conectados a uma rede, tal como a Internet. Eles são tipicamente alimentados por baterias com comunicação e funções de computação limitadas. Cada nó pode ser equipado com uma variedade de modalidades de sensoriamento tais como acústico, sísmico, e infra-vermelho.

RSSFs podem operar por períodos de tempo variando de semanas a anos de forma autônoma. Isso depende fundamentalmente da quantidade de energia disponível para cada sensor na rede. Em muitas aplicações nós sensores podem não estar facilmente acessíveis por causa da localização onde são empregados ou da escala da rede. Em ambos os casos, a manutenção da rede para reabastecimento de energia se torna impraticável. Mais ainda, caso seja necessário substituir a bateria de um sensor frequentemente, as principais vantagens de uma RSSF seriam perdidas.

Redes de sensores sem fio são um dos primeiros exemplos no mundo real de computação “pervasiva”, i.e., a noção que dispositivos de computação e sensoriamento pequenos, inteligentes, e baratos irão eventualmente permear o ambiente. Estão noção tem infiltrado os círculos de tecnologia da informação por mais de uma década. Mas agora, os investimentos multi-milionários em pesquisa em dispositivos de redes sem fio estão finalmente dando seus frutos. Hardware e software, tão fundamentais para implementação da computação pervasiva, estão emergindo.

Nas mentes de muitos, uma RSSF é uma tecnologia com potencial de se tornar tão importante quanto a Internet: assim como a Internet permite computadores compartilhem informação não importando onde ela está armazenada, redes de sensores expandirão a habilidade das pessoas em interagirem remotamente com o mundo físico. Dispositivos sensores são geralmente referidos como uma nova classe de sistemas de computadores, diferenciados do hardware do passado por sua ubiqüidade e capacidade analítica coletiva. Muitos pesquisadores que trabalham na área estimam que dentro de uma década sensoriamento e computação distribuída irão invadir casas, escritórios, fábricas, carros, ruas, e fazendas.

As redes de sensores atuais podem explorar tecnologias não disponíveis 20 anos atrás e executar funções nem mesmo sonhadas na época. Sensores, processadores, e dispositivos de comunicação estão todos se tornando menores e mais baratos. Empresas como Crossbow, Ember, e Sensoria já comercializam esses pequenos nós sensores, juntamente com “soluções completas”. Essas empresas fornecem uma visão de como nossas vidas irão se beneficiar através de uma rede de pequenos nós sensores embutidos.

As redes de sensores sem fio são um grande desafio pelas razões expostas a seguir:

- Do ponto de vista científico, há muito ainda por ser feito (ou quase tudo). Com o investimento nós últimos cinco a oito anos em pesquisa e desenvolvimento de dispositivos de sensoriamento integrados de baixo custo e pouco consumo, aplicações que eram pensadas como ficção científica há poucos anos atrás são agora realidade. O objetivo é ter porções do mundo físico visíveis e acessadas a partir da Internet. Projetar aplicações para redes de sensores é desafiante devido à larga escala, volatilidade da comunicação, e restrições de consumo de energia em cada nó. Como resultado, sistemas existentes que coletam, agregam, e recuperam dados em redes de sensores não são construídos como aplicações distribuídas tradicionais. Avanços em todas essas áreas são necessários para podermos utilizar efetivamente essas redes na prática. Um grande desafio científico, que está presente nas RSSFs, é que, em geral, a solução para um contexto não pode ser aplicada diretamente em outro cenário sem uma avaliação cuidadosa. Isso faz surgir frequentemente novos problemas de pesquisa.

Como as RSSFs geram dados, um problema importante é a qualidade da informação obtida ao longo do tempo. As redes de sensores sem fio devem ser enriquecidas com módulos de software de Recuperação de

Informação (RI) para permitir coleta, indexação, consulta, mineração e em última instância recuperação da informação produzida pela rede. Esse é um problema completamente novo, já que possivelmente precisaremos definir novos modelos de RI que considerem os ambientes de redes de sensores sem fio.

Ainda do ponto de vista científico, em 2003, a *National Science Foundation* patrocinou um workshop para identificar áreas de pesquisa fundamentais em redes (National Science Foundation. *Report of the National Science Foundation Workshop on Fundamental Research in Networking*. April 24–25, 2003. Available at <http://www.cs.virginia.edu/~jorg/workshop1>). Como resultado, foram identificadas seis áreas principais, sendo uma delas redes de sensores sem fio e a outra teoria de redes, incluindo os fundamentos para redes de sensores sem fio. A partir desse workshop, os Estados Unidos passaram a fazer grandes investimentos em RSSFs. Os resultados já podem ser observados pelos trabalhos publicados na literatura, empresas de tecnologia que foram criadas, e vários projetos-piloto que estão em andamento.

- Do ponto de vista de aplicação, as redes de sensores sem fio podem ser utilizadas em diversos cenários incluindo monitoramento ambiental, agricultura, pecuária, rastreamento de eventos, coordenação de ações, mineração e processamento de informação.

Dada a riqueza do meio ambiente do Brasil e a clara vocação para a agropecuária, as RSSFs podem ajudar bastante o país a se conhecer e oferecer um produto de melhor qualidade e mais competitivo no mercado internacional.

Meio ambiente. O Brasil tem de 10 a 20% de todas as espécies conhecidas do planeta, é um dos 15 países com maior diversidade de espécies, ocupa o primeiro lugar em espécies de mamíferos, peixes de água doce e alguns tipos de plantas, o segundo lugar de anfíbios, o terceiro lugar de pássaros, o quinto lugar de répteis, e é um dos cinco países com o maior número de espécies endêmicas. Além disso, a nossa flora ainda é bastante desconhecida. RSSFs podem ser aplicadas para ajudar a conhecer e monitorar o meio ambiente de regiões do país, principalmente do Pantanal e região Amazônica.

Agricultura. No futuro, pode ser decisivo para a exportação de grãos e alimentos do país, ter a capacidade de rastrear a qualidade do produto agrícola desde a colheita no campo até a mesa do consumidor. Isso vai se tornar uma realidade quando, nos próximos anos, a União Européia (UE) implantar o projeto de Segurança Alimentar, aprovado em 1999 (European Union. *Food Safety: From the Farm to the Fork*. Available at http://europa.eu.int/comm/food/index_en.htm), ou monitorar e atuar em variáveis ambientais em uma fazenda, cidade, floresta, ou mesmo no oceano. Isso significa, que no futuro todo alimento vendido na UE deve ser rastreável, caso contrário não poderá ser comercializado.

Pecuária. O desenvolvimento de métodos baseados em redes de sensores sem fio para a identificação da paternidade de animais gerados a partir de touros múltiplos possibilitará a agregação de enorme volume de informações aos programas de avaliação genética de bovinos de corte, com reflexos nas acurácias e aumento do número de touros testados e avaliados. Essa tecnologia tem a grande vantagem de não ser intrusiva e poder ajudar a resolver outros problemas fundamentais como identificação da capacidade de serviço real e de parâmetros andrológicos de touros em regime de monta natural, rastreabilidade, identificação das fêmeas em cio no regime de monta natural a campo, comportamento de touros e vacas em uma área confinada. Estamos falando de um salto qualitativo na pesquisa relacionada com o rebanho bovino como nunca foi feito antes no Brasil.

Antonio Alfredo Ferreira Loureiro é Bacharel e Mestre em Ciência da Computação pela UFMG e Ph.D. em Ciência da Computação pela *University of British Columbia*, Canadá, 1995. Desde 1996 é professor adjunto do Departamento de Ciência da Computação da UFMG onde tem trabalhado nas áreas de redes de sensores sem fio, computação móvel, comunicação sem fio, dentre outras. Em 1999, estabeleceu no DCC/UFMG, possivelmente o primeiro grupo de pesquisa em redes de sensores do Brasil, que é bastante ativo até hoje, tendo já recebido prêmios por seus trabalhos. Desde então, vem ministrando regularmente disciplinas relacionadas a redes de sensores sem fio no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFMG. Já publicou mais de 40 trabalhos em periódicos e conferências nacionais e internacionais na área e já formou 10 alunos de mestrado e doutorado e vários de graduação em RSSFs. Participou de projetos de pesquisa em redes de sensores, em particular o projeto CT-Info SensorNet (Redes de Sensores Sem Fio) de 2003 a 2005, e outros em parceria com a Universidade de Rutgers, Estados Unidos, e Universidade de Ottawa, Canadá. Foi apresentador do tutorial *Management of Wireless Sensor Networks*, no *Ninth IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management*, 2005. Atualmente orienta seis alunos de doutorado na área de redes de sensores sem fio, é pesquisador 1D do CNPq e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da UFMG.