

Minicurso: Redes de Sensores Sem Fio Sob a Perspectiva do EPOS

Arliones Hoeller Jr. e Antônio Augusto Fröhlich

¹Software/Hardware Integration Lab
Federal University of Santa Catarina
Florianópolis, Brazil
{arliones,guto}@lisha.ufsc.br

Abstract. *Wireless sensor networks and other pervasive systems are getting common place in our daily life. This technology made it possible the deployment of a new class of applications encompassing a set of new challenges. To cope with these new requirements, developments in the last decade enhanced the integration level of components for processing (e.g., CPU) and communication (e.g., radio). Also, new approaches emerged to address specific requirements for routing and medium access control (MAC) in the network. In contrast with what has been done in the past, these new approaches had now to deal with severe limitations in terms of processing power, data transfer power, and, the most important, energy consumption. New operating systems emerged to target these issues. These operating systems abstract domain-specific functionalities such as sensing, communication, and power management, thus speeding up the application development process. This tutorial will present the fundamentals behind the development of wireless sensor network applications. Special focus will be given to application-dependent system parameters. The practical experience obtained in the development of EPOS [Fröhlich 2001] and EPOS MOTE [LISHA 2012a] projects will be shared, including some hands-on exercises.*

Resumo. *Redes de sensores sem fio e outros sistemas pervasivos têm se tornado comuns em nosso dia-a-dia. Esta tecnologia torna possível a implantação de uma nova classe de aplicações que incluem um novo conjunto de desafios. Para tratar estes novos requisitos das aplicações, novos desenvolvimentos na última década aumentaram o nível de integração dos componentes de processamento (e.g., CPU) e comunicação (e.g., radio). Além disso, surgiram novas abordagens que tratam dos requisitos específicos de roteamento e controle de acesso ao meio (MAC) nestas redes. Em contraste com o que foi feito no passado, estas novas abordagens lidam agora com sérias limitações em termos de recursos nos nós da rede. Estas limitações incluem poder de processamento, potência de transmissão e disponibilidade de energia. Ainda, novos sistemas operacionais surgiram para este cenário. Estes sistemas operacionais abstraem funcionalidades específicas do domínio como sensoriamento, comunicação e gerência de energia, acelerando o processo de desenvolvimento de aplicações. Este minicurso apresenta os fundamentos por trás do desenvolvimento de aplicações de redes de sensores sem fio. Um foco especial é dado aos parâmetros do sistema que interferem na operação das aplicações. A experiência prática obtida nos projetos EPOS [Fröhlich 2001] e EPOS MOTE [LISHA 2012a] será compartilhada, incluindo atividades práticas e demonstrações.*

1. Identificação

- **Título do minicurso:**
Redes de sensores sem fio sob a perspectiva do EPOS
- **Autores:**
Arliones Hoeller Jr. e Antônio Augusto Fröhlich
- **Apresentador:**
Arliones Hoeller Jr.

2. Dados gerais

Redes de sensores sem fio e outros sistemas pervasivos são cada vez mais comuns em nosso dia-a-dia. Esta tecnologia traz, junto das novas possibilidades de aplicações, um grande conjunto de desafios, o que deu margem ao surgimento de novas soluções de integração de componentes de processamento (CPU) e rádio, novos algoritmos de roteamento, variadas implementações de controle de acesso ao meio (MAC), sempre atendendo às rígidas restrições em termos de capacidade de processamento, potência de transmissão e, de modo especial, consumo de energia. Para tratar tudo isso, uma série de novos sistemas operacionais focou no domínio de redes de sensores sem fio, abstraindo as funcionalidades de sensoriamento e comunicação, e agilizando o processo de desenvolvimento de aplicações. Este minicurso visa apresentar as principais características das redes de sensores sem fio, focando em temas importantes a serem considerados durante o desenvolvimento de aplicações, utilizando-se para isso dos trabalhos desenvolvidos para implementação do EPOS [Fröhlich 2001] e do EPOS-MOTE [LISHA 2012a].

O minicurso reúne informações relevantes das tecnologias envolvidas na aquisição de dados e comunicação em redes de sensores sem fio, analisando estas tecnologias e apresentando como estas foram implementadas em um módulo de sensores sem fio, o EPOS-MOTE, e um sistema operacional, o EPOS, desenvolvidos pelo LISHA (Laboratório de Integração Software/Hardware da UFSC). O EPOS é um sistema operacional com mais de 10 anos de constante desenvolvimento. O grupo que desenvolve o EPOS tem trabalhado com redes de sensores sem fio desde 2003, e os resultados alcançados estão apresentados em mais de 30 publicações relacionadas ao sistema [LISHA 2012b]. As informações apresentadas neste curso devem permitir a especificação e dimensionamento de redes de sensores sem fio para aplicações específicas.

Deste modo, o objetivo do minicurso é dotar os participantes dos conceitos envolvidos na especificação de uma rede de sensores sem fio, incluindo características dos módulos de sensoriamento, da(s) rede(s) de comunicação e dos sistemas operacionais existentes.

São objetivos específicos do curso apresentar os seguintes tópicos: redes de sensores sem fio e os principais problemas associados; arquitetura padrão de um módulo de sensoriamento; tipos de sensores (analógicos/digitais) e aquisição de dados; comunicação sem fio; controle de acesso ao meio (MAC) e topologias; sistemas operacionais para redes de sensores sem fio; atividade prática utilizando módulos de sensoriamento sem fio.

3. Conteúdo do minicurso

Esta seção apresenta a estrutura do minicurso.

- **Redes de sensores sem fio:** Inicialmente é realizada uma introdução de conceitos relacionados a redes de sensores sem fio, apresentando exemplos de aplicações e revisando os problemas tratados pelas tecnologias que serão discutidas durante o restante do curso.
- **Módulos de sensoriamento:** Em seguida serão abordadas questões relativas a arquitetura dos módulos de sensoriamento. Será discutida a arquitetura básica (sensores + processador + transceptor) [Pottie and Kaiser 2000, Barr et al. 2002], assim como abordagens de integração destes componentes. Também serão discutidos os requisitos de um módulo de sensoriamento (dimensões, consumo de energia, modularidade, adaptabilidade do canal de comunicação).
- **Sensores e aquisição de dados:** Sensores são dispositivos que medem uma quantidade de alguma grandeza física e convertem esta medição em um sinal que pode ser lido por um observador ou um instrumento. Nesta parte do minicurso serão abordados os tipos de sensores (mecânicos, elétricos, eletrônicos, óticos), bem como os modelos de interfaceamento destes sensores com processadores (i.e., sensores analógicos e digitais).
- **Controle de acesso ao meio (MAC) e topologias:** Em seguida será feita uma revisão de mecanismos de controle de acesso ao meio (TDMA, FDMA, CDMA, CSMA) e a apresentação de exemplos de protocolos MAC utilizados em redes de sensores sem fio (B-MAC, S-MAC, T-MAC, Z-MAC, C-MAC, IEEE 802.15.4).
- **Sistemas Operacionais para RSSF:** Finalmente, será realizada uma revisão sobre características necessárias aos sistemas operacionais de redes de sensores sem fio (gestão de recursos, portabilidade, configurabilidade, multitarefa, comunicação).
- **Exercícios práticos:** O minicurso incluirá atividades práticas envolvendo o sistema operacional EPOS [Fröhlich 2001] em uma plataforma de sensoriamento desenvolvida pelo LISHA, o EPOSMOTE [LISHA 2012a].

4. Material de referência

Dentre referências bibliográficas apresentadas abaixo há um texto incluindo os tópicos apresentados na seção 3 [Hoeller Jr. and Fröhlich 2010]. Este texto descreve em detalhes os tópicos abordados no minicurso e apresenta a solução desenvolvida para cada um destes tópicos no EPOS ou no EPOSMOTE.

Agradecimentos

Este minicurso não seria possível sem os importantes desenvolvimentos sobre a plataforma EPOSMOTE e o sistema operacional EPOS realizados pelas pessoas que passaram pelo LISHA nos últimos 10 anos. Os autores reconhecem a importância do trabalho realizado por estes colaboradores para o desenvolvimento deste material.

References

- Barr, R., Bicket, J. C., Dantas, D. S., Du, B., Kim, T. W. D., Zhou, B., and Sirer, E. G. (2002). On the need for system-level support for ad hoc and sensor networks. *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, 36(2):1–5.
- Fröhlich, A. A. (2001). *Application-Oriented Operating Systems*. GMD - Forschungszentrum Informationstechnik, Sankt Augustin.

- Hoeller Jr., A. and Fröhlich, A. A. (2010). Redes de sensores sem-fio sob a perspectiva do EPOS. In *11th Symposium on Computing Systems*, page 39, Petrópolis, Brazil.
- Junior, A. S. H., Wanner, L. F., and Fröhlich, A. A. (2006). A Hierarchical Approach For Power Management on Mobile Embedded Systems. In *5th IFIP Working Conference on Distributed and Parallel Embedded Systems*, pages 265–274, Braga, Portugal.
- Lin, R., Wang, Z., and Sun, Y. (2004). Energy efficient medium access control protocols for wireless sensor networks and its state-of-art. In *Industrial Electronics, 2004 IEEE International Symposium on*, volume 1, pages 669 – 674 vol. 1.
- LISHA (2012a). Epos mote website. Internet. <http://epos.lisha.ufsc.br/Epos+Mote>.
- LISHA (2012b). Publicações do lisha. Internet. <http://www.lisha.ufsc.br/Publications>.
- Marcondes, H., Junior, A. S. H., Wanner, L. F., and Fröhlich, A. A. (2006). Operating Systems Portability: 8 bits and beyond. In *11th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, pages 124–130, Prague, Czech Republic.
- Mottola, L. and Picco, G. P. (2010). Programming wireless sensor networks: Fundamental concepts and state of the art. *ACM Computing Surveys*. To Appear.
- Pottie, G. J. and Kaiser, W. J. (2000). Wireless integrated network sensors. *Communications of the ACM*, 43(5):51–58.
- Wanner, L. F. and Fröhlich, A. A. (2008). Operating System Support for Wireless Sensor Networks. *Journal of Computer Science*, 4(4):272–281.
- Wiedenhof, G. R., Wanner, L. F., Gracioli, G., and Fröhlich, A. A. (2008). Power Management in the EPOS System. *SIGOPS Operating Systems Review*, 42(6):71–80.