

Proposta de Projeto Orientado em Computação I

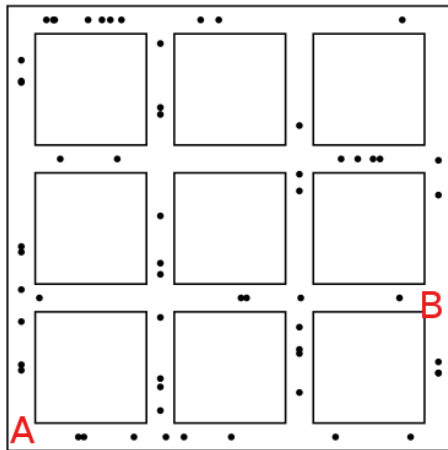
Contiki-COOJA adaptado: um arcabouço simulacional para redes sem-fio com obstáculos
Pesquisa Teórica
Manassés Ferreira Neto
Olga Nikolaevna Goussevskaia

Introdução

Estamos diante da revolução digital do século XXI que vai conectar o mundo físico ao virtual: a **Internet das Coisas** (IoT, em inglês, Internet of Things). Trilhões de *dispositivos embarcados*, também chamados de objetos inteligentes, conectados pelo protocolo de Internet (IP, na verdade IPv6). O impacto da Internet das Coisas é significativo, uma franca promessa de melhor monitoramento ambiental, economia de energia, **redes inteligentes**, cidades inteligentes, fábricas mais eficientes e melhores logísticas, melhores sistemas de saúde e casas inteligentes.

Um forte candidato a software básico desses dispositivos é o sistema operacional **Contiki**. O Contiki é usado globalmente em centenas de projetos e companhias, desde monitoramento de incêndios, detecção de invasões, monitoramento de nível de água em bacias, à redes de vigilância... para citar apenas algumas aplicações.

A implantação de redes inteligentes (de sensores sem-fio) em cidades deve lidar com o seguinte problema: *obstáculos*.



Quarteirões ou Caminhões ou quaisquer outros objetos podem obstruir os sinais eletromagnéticos transmitidos.

Como garantir que um dado, coletado em um ponto A, é capaz de chegar até um ponto B?

Interessados em saber se o dado chega, *não em como ele chega*, uma abordagem interessante consiste na criação de modelos (de redes obstruídas) e execução de simulações para extrair regimes que garantem a existência de pelo menos um caminho.

Imagem extraída de [1] e 'levemente' alterada.

Objetivos Específicos

- POC I - estudar o sistema operacional Contiki e o ambiente de simulação (Cooja);
- POC I - usar o Contiki-Cooja (CC) para simular redes sem-fio obstruídas;
- POC II - estudar os modelos de redes sem-fio obstruídas de [1] usando CC;
- Extra - POC II - propor um novo modelo para comparar com os modelos de [1]; realizar testes em dispositivos reais;

Objetivos Gerais

- POC I e II - desenvolver um projeto completo, da identificação do problema à análise crítica dos resultados, fazendo desse trabalho um ótimo 'cartão de visitas' profissional e exercitando conhecimentos adquiridos em disciplinas como AEDs, Redes e Sistemas Operacionais.

Referencial Teórico

Redes Inteligentes (**SmartGrids**) podem ser implantadas pelo uso de sensores sem-fio.

Uma **rede elétrica inteligente** (*Smart grid* em inglês) é uma forma de rede elétrica que utiliza tecnologia digital. Uma rede deste tipo fornece eletricidade de fornecedores a consumidores usando comunicações digitais de sentido duplo para controlar os aparelhos elétricos nas residências dos consumidores; permitindo poupar energia, reduzir custos e aumentar a fiabilidade e transparência. Espera-se que a rede elétrica inteligente se sobreponha à rede elétrica convencional com um sistema de informação e medição, incluindo medidores/contadores inteligentes. As redes elétricas inteligentes estão a ser promovidas por muitos governos como uma forma de fazer frente a questões de independência energética, aquecimento global e recuperação de situações de emergência.

excerto de http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_elétrica_inteligente, acessado em 26/02/2014

Para estudar o problema de garantir um caminho de um ponto a outro em uma rede dessas, mesmo que existam obstáculos, pretende-se usar as seguintes teorias (em ordem alfabética): **Eletrodinâmica, Geometria e Percolação.**

No estudo da Física, o **eletromagnetismo** é o nome da teoria unificada desenvolvida por James Maxwell para explicar a relação entre a eletricidade e o magnetismo. Esta teoria baseia-se no conceito de *campo eletromagnético*.

excerto de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Eletrodinâmica>, acessado em 26/02/2014

A **geometria** (em grego antigo: *γεωμετρία*; *geo-* "terra", *-metria* "medida") é um ramo da matemática preocupado com questões de forma, tamanho e posição relativa de figuras e com as propriedades do espaço.

excerto de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Geometria>, acessado em 26/02/2014

Em física, química e ciência dos materiais, **percolação** (do Lat. *percōlāre*, filtrar) se refere ao movimento e filtragem de fluidos por materiais porosos. Durante as últimas cinco décadas, o desenvolvimento de modelos matemáticos para percolação tem expandido sua aplicação também para geotecnia e redes complexas. Um efeito comum em percolação é a existência de universalidade. Conceitos de física estatística como teoria de escalas, renormalização, transição de fase e fractais são úteis para caracterizar propriedades de sistemas percolativos. Análise combinatória é uma importante ferramenta para análise de pontos críticos em percolação.

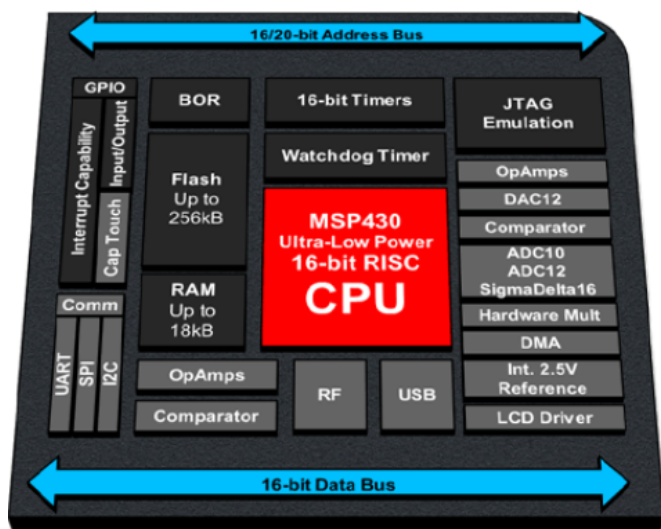
excerto de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Percolação>, acessado em 26/02/2014

Teremos rodando o sistema operacional **Contiki** nesse dispositivos, **Nós Sensores.**

Contiki é um sistema operacional de código aberto para sistemas em rede com restrições de memória tendo enfoque particular para dispositivos sem fio com baixo consumo energético voltados para Internet das Coisas. Criado em 2002 por Adam Dunkels e desenvolvido colaborativamente por desenvolvedores da Atmel, Cisco, Enea, ETH Zurich, Redwire, RWTH Aachen University, Oxford University, SAP, Sensinode, SICS, ST Microelectronics, Zolertia entre outros. O nome Contiki vem da famosa balsa Kon-Tiki usada na expedição de Thor Heyerdahl. Um slogan do sistema é "Connecting the Next Billion Devices", em inglês, *Conectando os próximos bilhões de dispositivos*.

excerto traduzido de <http://en.wikipedia.org/wiki/Contiki>, acessado em 26/02/2014

Nós Sensores tratam-se do hardware que vai rodar nosso software. As plataformas atualmente suportadas pelo Contiki incluem fabricantes como Redwire, Zolertia, ST Microeletronics, Texas Instruments e Seed Eye, entre elas estão:



EVAL-ADF7023DB1, cc2538dk, exp5438, z1, wismote, avr-raven, avr-rcb, avr-zigbit, iris, redbee-dev, redbee-econotag, mb851, mbxxx, skyjcreate, sentilla-usb, msb430, esb, avr-atmega128rfa, seed-eye, cc2530dk, sensinode, apple2enh, atari, c128, c64, native, minimal-net e cooja.

Um exemplo é o microcontrolador MSP430 da Texas Instruments. Ele possui 16-bit, baseia-se em RISC, com processadores mixed-signal (analógicos e digitais) para sistemas de ultra baixa energia. Oferece um dos mais baixos consumos do mundo e integrações com periféricos de milhares de aplicações.

extraído de <http://www.contiki-os.org/hardware.html> e de http://www.ti.com/lscds/ti/microcontroller/16-bit_msp430/getting-started.page em 26/02/2014

Integrada ao Contiki existe uma plataforma de testes e simulações chamada **COOJA**.

Nós propomos uma simulação integrada, um novo tipo de simulação de redes de sensores sem-fio, que permite simulações holísticas de diferentes níveis. Nós apresentamos uma implementação desse simulador, **COOJA**, um simulador para o sistema operacional de nós sensores Contiki. COOJA possibilita a simulação simultânea da rede, do sistema operacional e, até, no nível dos códigos de instrução da máquina.

excerto traduzido do sumário de [2]

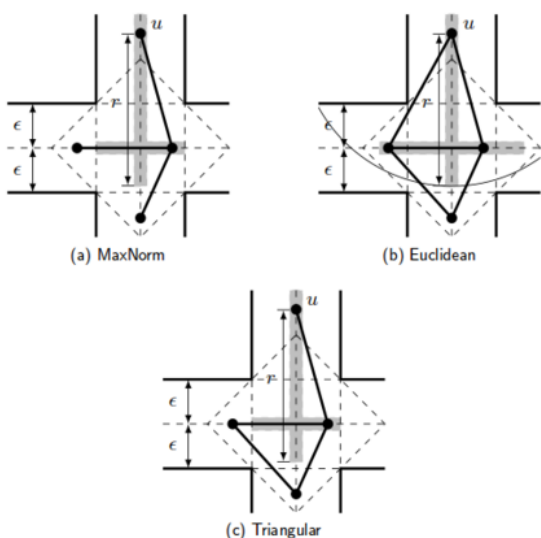


Figure 2: Determining the communication links present at street intersections. The gray region represents the coverage of node u .

A solução ideal para esse problema seria passar cabos de fibra-ótica ligando todos os sensores. No entanto, isso é inviável economicamente: porque é uma tecnologia cara, precisa de abrir buracos, entre outros motivos. Daí trabalhar com dispositivos sem-fio, baratos e de baixo consumo ser um contraponto interessante.

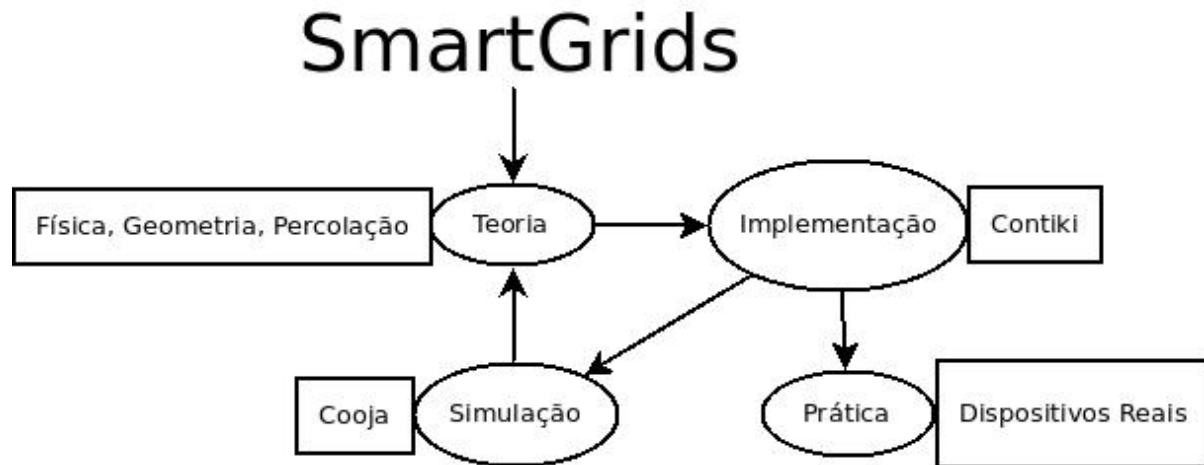
Lidaremos com os modelos propostos em [1], a saber, MaxNorm, Euclidean e Triangular. Rapidamente: distintos pelo modo como incluem (ou não incluem) vizinhos nas fronteiras dos obstáculos. Eles serão estudados no arcabouço simulacional que será calibrado nesse projeto.

Além disso, pretende-se elaborar um novo modelo que considere aspectos físicos além dos geométricos e percolativos já explorados nesses três modelos.

Imagem extraída de [1]

Metodologia

A abordagem do problema será feita em três linhas: Teoria, Implementação e Simulação. Podendo existir, ou não, uma quarta: Prática. Essa última acontecerá se os resultados das outras três forem satisfatórios e se houver fundos para o investimento.



Fluxograma resumo da metodologia

Os principais passos são:

1. **estudar contiki**
aprender detalhes de funcionamento e programação com exemplos
2. **estudar cooja**
aprender detalhes de funcionamento e programação com exemplos
3. **elaborar os protocolos para decidir sobre vizinhança**
definir as regras para como funcionarão as comunicações entre os nós, como cada modelo decide sobre vizinhança, como os nós serão adaptados para serem sensores/obstáculos e como as métricas de interesse serão armazenadas
4. **implementar as funções dos modelos**
traduzir para a linguagem C o que foi definido para os protocolos
5. **adaptar nós para dois tipos: sensores e obstáculos**
traduzir para a linguagem C o que foi definido para os protocolos
6. **estabelecer métricas para $p_{\text{perp}}(\mu)$**
traduzir para a linguagem C o que foi definido para os protocolos
7. **estabelecer métricas para $\text{Pr}(I_{\text{con}})$**
traduzir para a linguagem C o que foi definido para os protocolos
8. **estabelecer métricas para CTR**
traduzir para a linguagem C o que foi definido para os protocolos
9. **automatizar rotina simulacional**
aprender a montar o arquivo do cooja com diferentes parâmetros e a rodar essas simulações sem a interface gráfica
10. **gerar dados**
rodar sistematicamente as simulações variando os parâmetros
11. **traçar gráficos**
realizar a estatística necessária para gerar a visualização dos resultados
12. **analisar resultados**

comparar os modelos entre si e os resultados desse arcabouço simulacional com aqueles gerados pelo da referência

13. testar em hardware reais e propor o modelo físico

consistem em tarefa extras. Comprar o sensor e realizar testes que possam ser confrontados com a simulação. Bem como, elaborar um modelo físico que dê conta da absorção de sinal provocada pelas obstáculos.

Resultados Esperados

Pretende-se, ao final do trabalho, alcançar um arcabouço simulacional para o problema das redes sem-fio com obstáculos. Para que isso seja alcançado coloca-se como meta para a primeira metade do POC a conclusão de todos os passos até o 8.

Etapas e Cronograma

estudar cooja	31-03-14
estudar contiki	31-03-14
elaborar os protocolos para decidir sobre vizinhança	30-04-14
estabelecer métricas para CTR	31-05-14
adaptar nós para dois tipos: sensores e barreiras	31-05-14
implementar as funções dos modelos	31-05-14
estabelecer métricas para $p_{\perp}(\mu)$	31-05-14
estabelecer métricas para $Pr(l_{con})$	31-05-14
automatizar rotina simulacional	30-06-14
gerar dados	31-07-14
traçar gráficos	31-08-14
analisar resultados	30-09-14
testar em hardware reais!	31-10-14

Cronograma: <http://goo.gl/hAf5jB>

Referências Bibliográficas

[1] Marcelo G. Almiron, Olga Goussevskaia, Antonio A.F. Loureiro, and Jose Rolim. 2013. [Connectivity in Obstructed Wireless Networks: From Geometry to Percolation](#). In *Proceedings of the fourteenth ACM international symposium on Mobile ad hoc networking and computing (MobiHoc '13)*. ACM, New York, NY, USA, 157-166. DOI=10.1145/2491288.2491306
URL: <http://doi.acm.org/10.1145/2491288.2491306>

[2] Osterlind, F.; Dunkels, A.; Eriksson, J.; Finne, N.; Voigt, T., "[Cross-Level Sensor Network Simulation with COOJA](#)", *Local Computer Networks, Proceedings 2006 31st IEEE Conference on*, vol., no., pp.641,648, 14-16 Nov. 2006 doi: 10.1109/LCN.2006.322172
URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4116633&isnumber=4116490>

[3] Master's Thesis Computer Science Thesis no: MCS-2012-10 "[A Performance Evaluation of RPL in Contiki A Cooja Simulation based study](#)", Hazrat Ali, School of Computing Blekinge Institute of Technology, SE – 371 79 Karlskrona, Sweden

[4] Contiki: The Open Source OS for the Internet of Things, <http://www.contiki-os.org/>