

Metodologias de Cooperação e Selecção de Nós para Sistemas de Localização *indoor* com Medição de RSSI

Correia, Sérgio D. (scorreia@estgp.pt)

Federal University of Santa Catarina
Software/Hardware Integration Lab.



Date: 07 Dec 2012
Time: 10:00

Room: INE 105



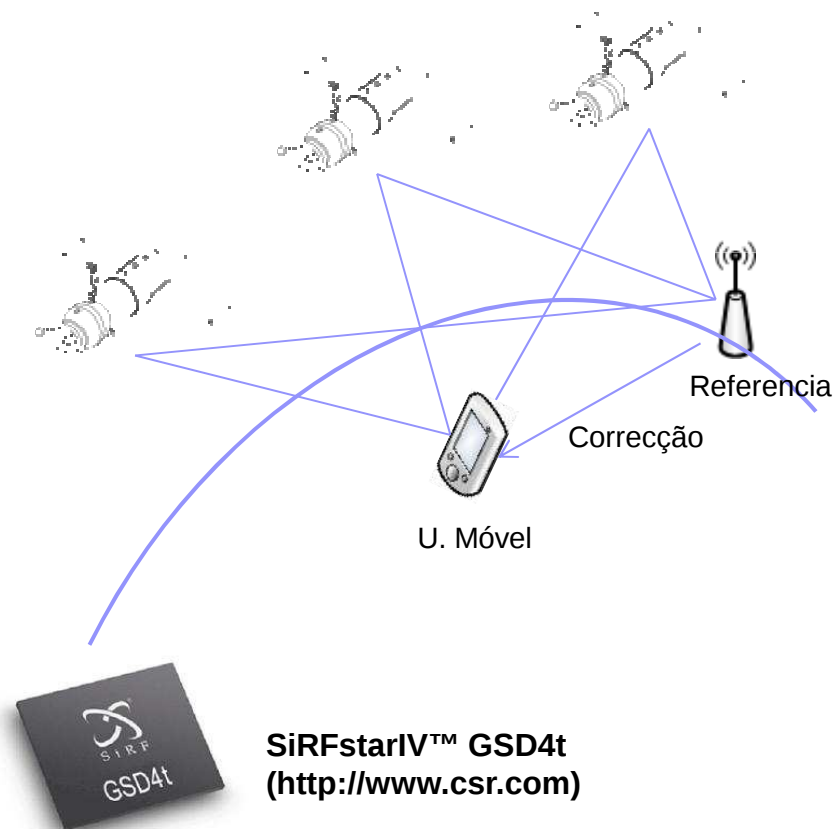
Plano de Trabalho

- Motivação e Aplicações
- Plataformas de Localização *indoor*
- Medições de RSSI e Modelo de Propagação
- Formulação do Problema
- Métodos de Cálculo
- Cooperação e Seleção de Nós
- Técnicas e Resultados na Seleção de Nós
- Trabalho Futuro
- Discussão



Motivação e Aplicações

■ GPS



■ Espaços Interiores

- Não é possível a captação dos sinais de GPS
- Necessário criar ou utilizar infra-estruturas de RF



- Visitas guiadas a museus
- Gestão hospitalar
- Marketing de proximidade
- Gestão industrial



Plataformas de Localização *indoor*

GSM (Cell Id.)

- Utilização da rede de comunicações GSM instalada.
- Necessidade de obter o Id. e localização das torres.

WIFI (Cell Id.)

- Utilização da infra-estrutura de rede instalada.
- Controlo pelo gestor da rede.

RFId

- Utilização de tecnologia massificada com normas abertas em várias frequências.

ZigBee

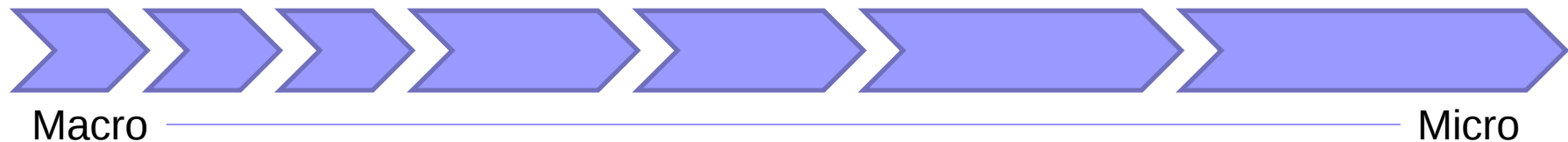
- Protocolo de rede em malha desenvolvido para redes sensoriais.
- Baixa potência, baixo consumo e baixa taxa de transmissão.

Bluetooth

- Especificação para redes sem fios.
- Conexão e troca de informações entre dispositivos com curto alcance

WIFI

- Também utilizada com outro tipo de medições permitindo a obtenção de melhor resolução.



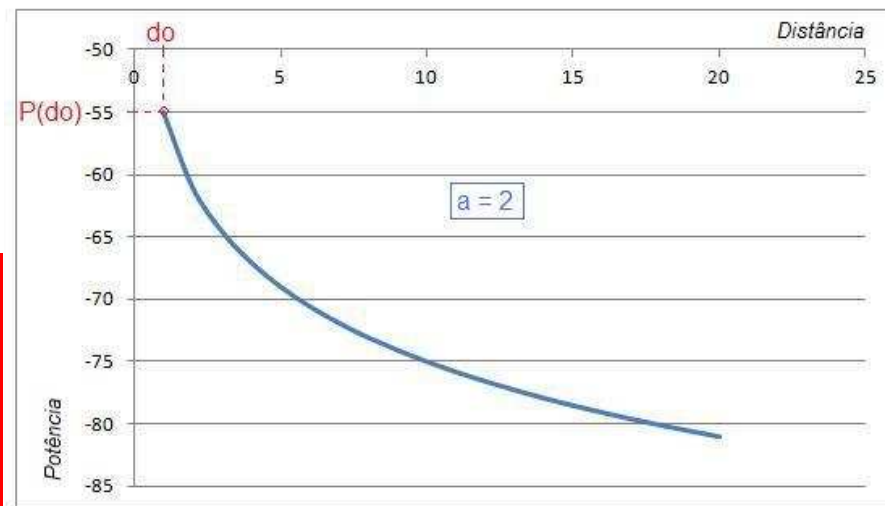
Plataformas de Localização *indoor* (Medições)

Received Signal Strength Indication

- Nível de potência recebido pela antena. Normalmente presente em qualquer *transceiver* de RF.

$$P(d) = P(d_0) - 10a \log(d/d_0)$$

[Rappaport, T. S., Wireless Communications, Principles and Practice, Prentice Hall, 1996.]



Time Difference on Arrival (TDOA)

- Medição da diferença de tempo na chegada de um pacote de dados a diferentes estações de base.

Time of Arrival (TOA)

- Medição do tempo de chegada de um pacote de dados entre o receptor e o emissor.

Devido à curta distância e à velocidade de propagação elevada, quando em ambientes fechados, torna-se de grande dificuldade a medição destes tempos ou ângulos.

gação
ado

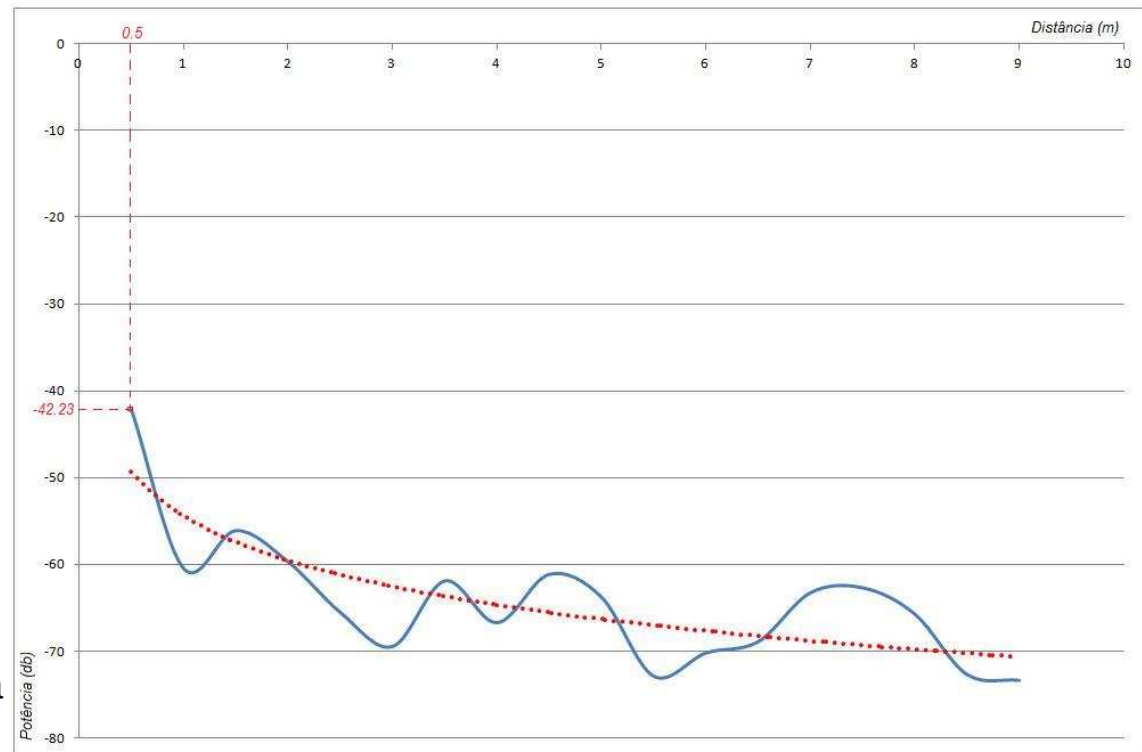
Medições de RSSI e Modelo de Propagação

Condições de Teste

- Access Server BlueGiga
(<http://www.bluegiga.com>)



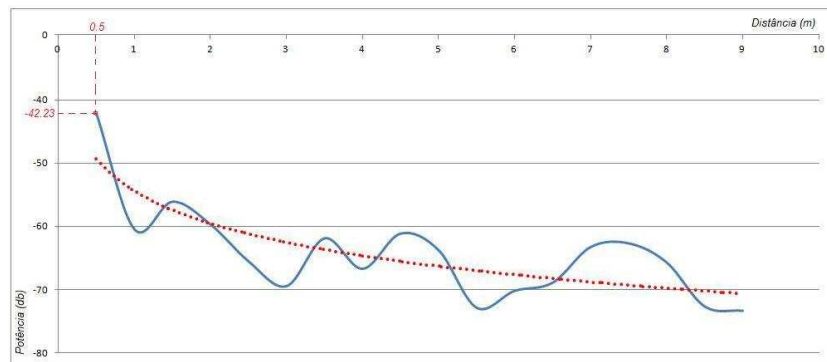
- Telemóvel Nokia com Bluetooth
- Média aritmética de 40 amostras
- 18 Pontos para obtenção da curva
- Resolução de 0.5 m
- Distancia entre 0.5m e 9m



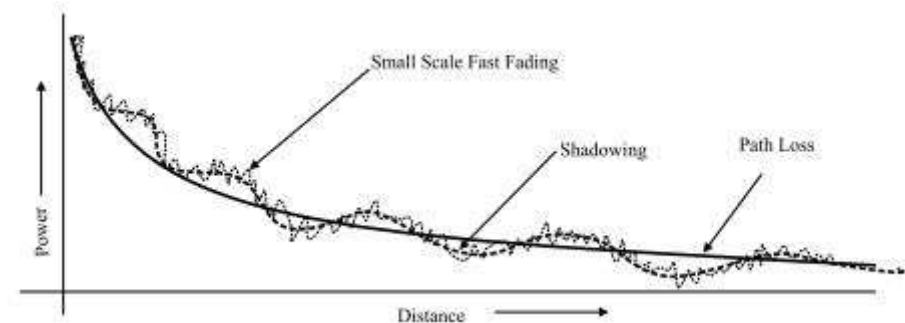
Medições de RSSI e Modelo de Propagação

Efeitos de Propagação - Scattering, Shadowing e Multipath

- **Fading** – Diminuição temporária de intensidade de sinais de rádio frequência devida a variações das condições de propagação (Enfraquecimento).
- ↓
- **Scattering** – Reflexões causadas por objectos de dimensão menor que o comprimento de onda.
 - **Shadowing** – Variações significativas da potência devido a obstáculos que impedem a passagem do sinal de rádio frequência.
 - **Multipath** – Componentes do sinal que chegam ao receptor com atraso devido a reflexão.



Medições no LEI - ESTGP



Figueiras, J., Frattasi, S., Mobile Positioning and Tracking, From Conventional to Cooperative Techniques, Wiley, 2010.

Medições de RSSI e Modelo de Propagação

Condições de Teste

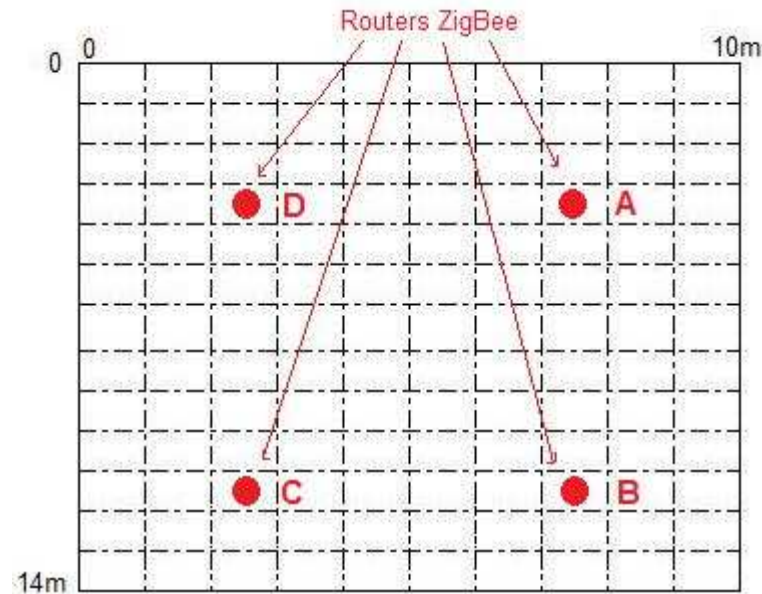
- Obtenção de mapa de RSSI



- Plataforma ZigBee Texas Instruments (<http://www.ti.com>)



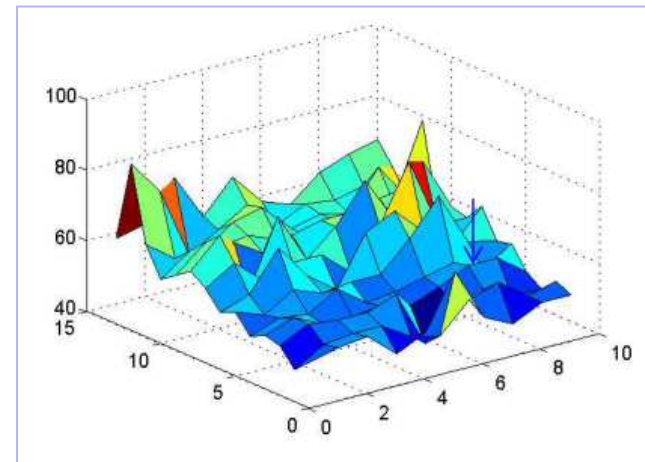
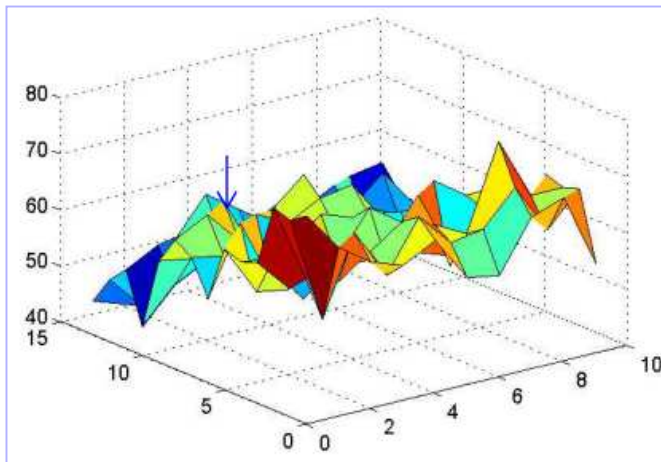
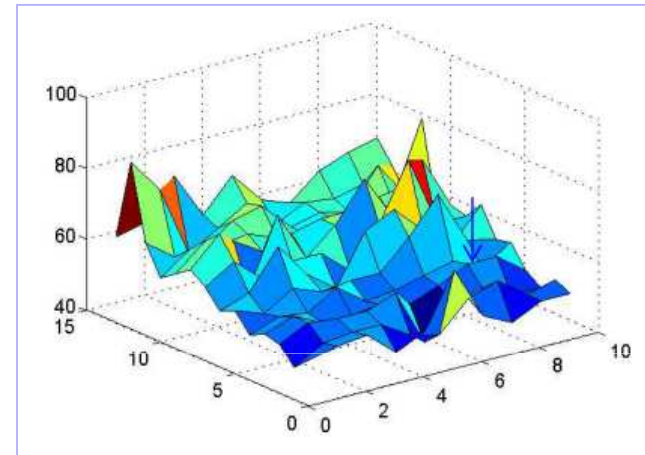
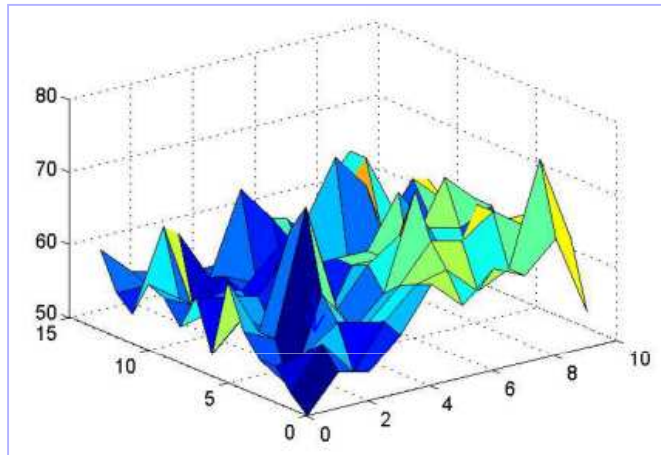
- Medições em campo aberto
- Área de Teste = 10m x 14m
- Mapa com resolução de 1m



Routers		
	X	Y
A	7,5	3,5
B	7,5	10,5
C	2,5	10,5
D	2,5	3,5

Medições de RSSI e Modelo de Propagação

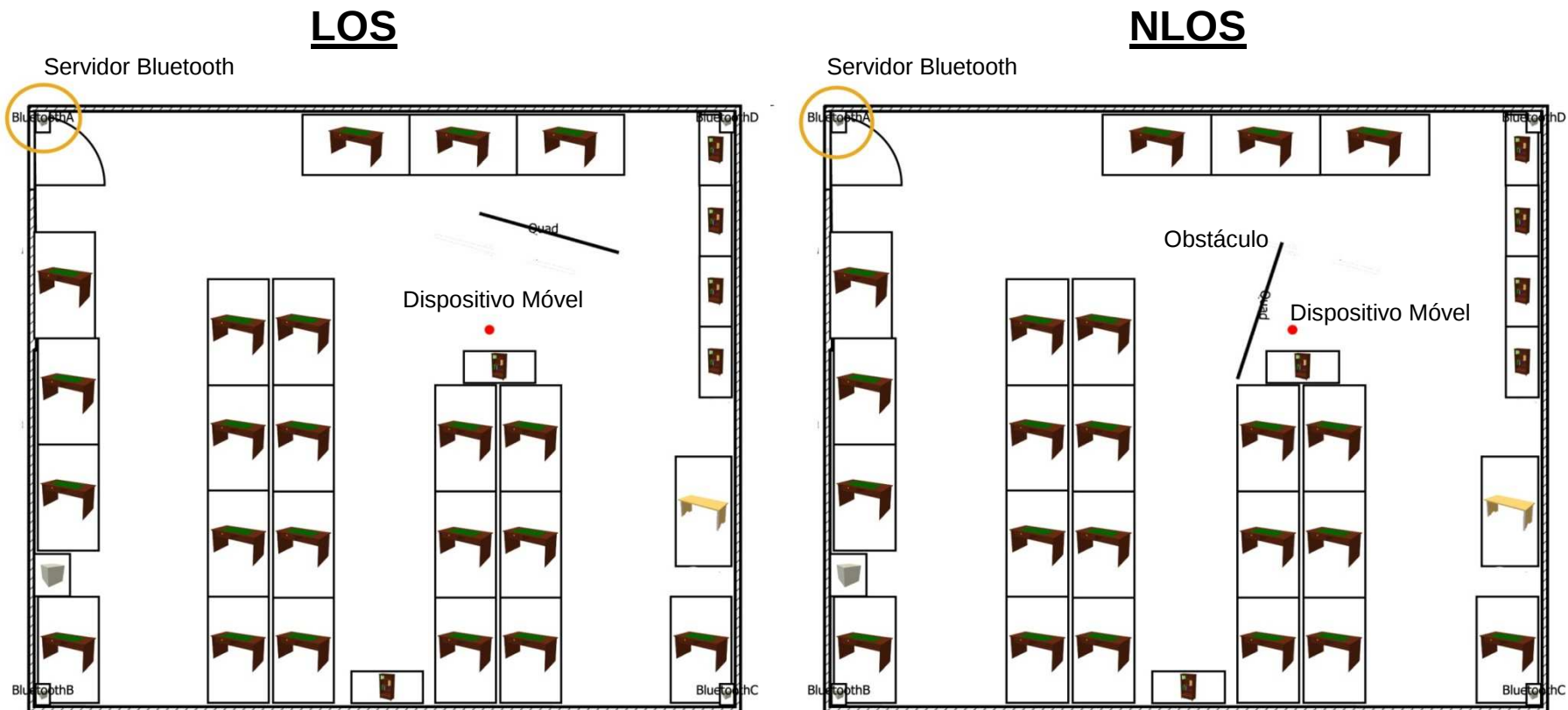
Mapas de RSSI



(Nota: Valores de RSSI simétricos)

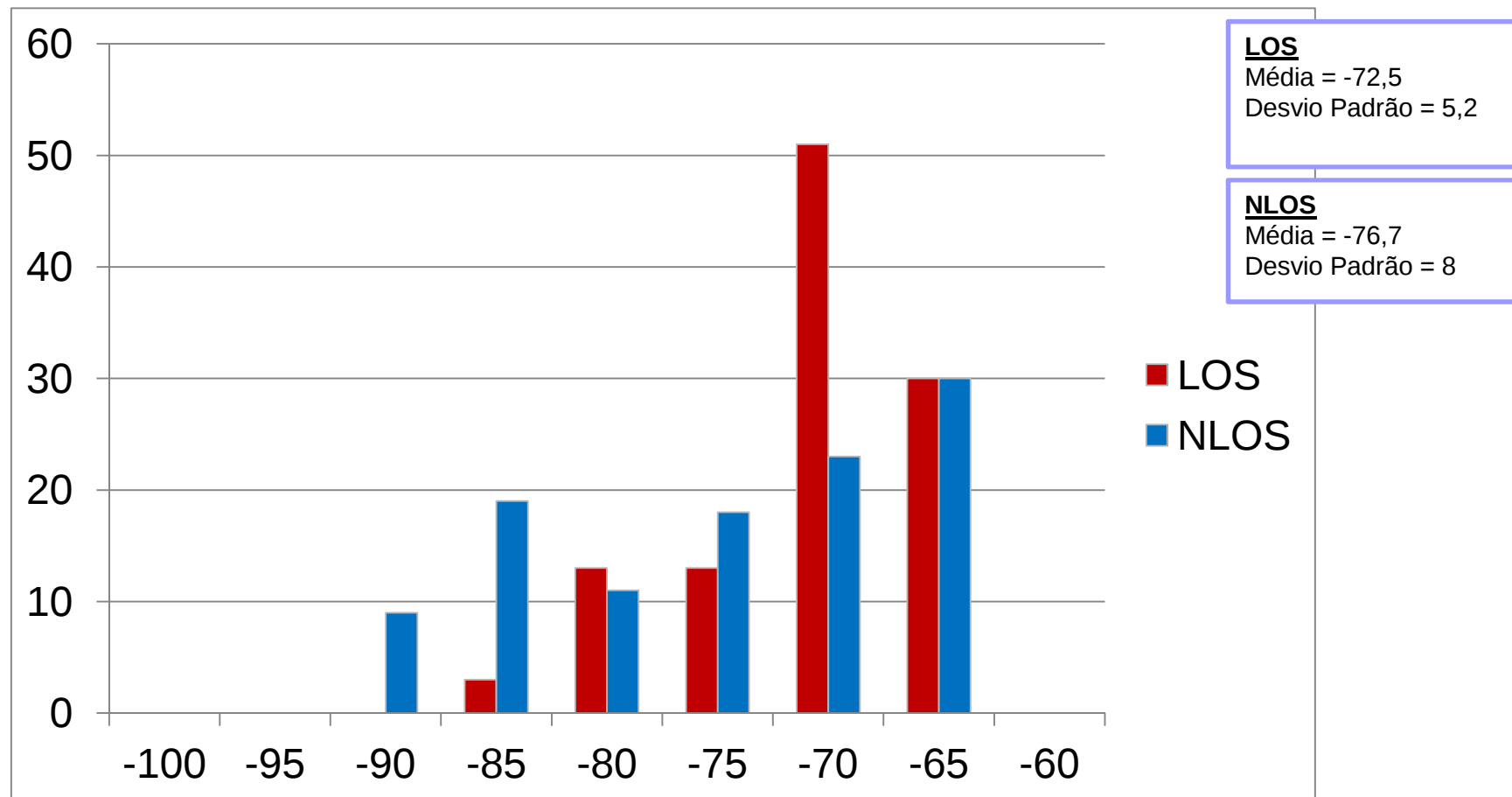
Medições de RSSI e Modelo de Propagação

Line of Sight (LOS) e Non Line of Sight (NLOS)



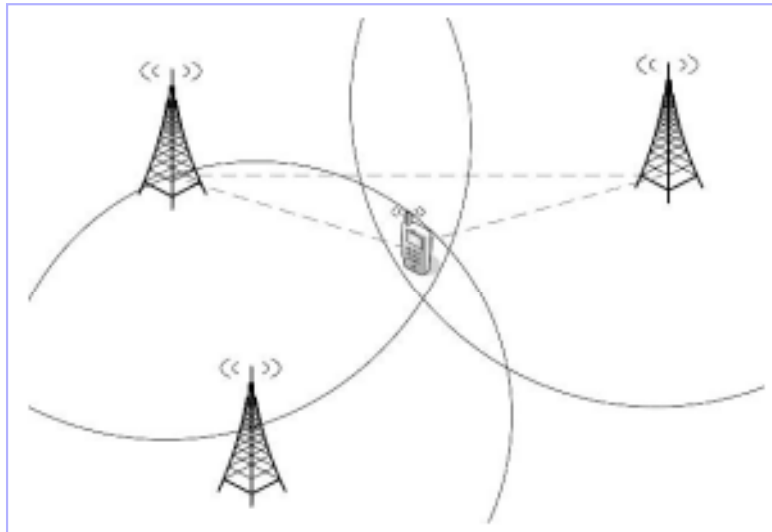
Medições de RSSI e Modelo de Propagação

Line of Sight (LOS) e Non Line of Sight (NLOS)



Formulação do Problema

Método de Triangulação



Figueiras, J., Frattasi, S., Mobile Positioning and Tracking, From Conventional to Cooperative Techniques, Wiley, 2010.

$$d_i^2 = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2$$

Com:

(x, y) – Coordenadas da estação móvel

(x_i, y_i) – Coordenadas dos routers fixos

d_i – Distâncias observadas

Subtraindo a distância de cada estação móvel com a primeira obtemos:

$$d_i^2 - d_1^2 = x_i^2 + y_i^2 - x_1^2 - y_1^2 - 2x(x_i - x_1) - 2y(y_i - y_1)$$

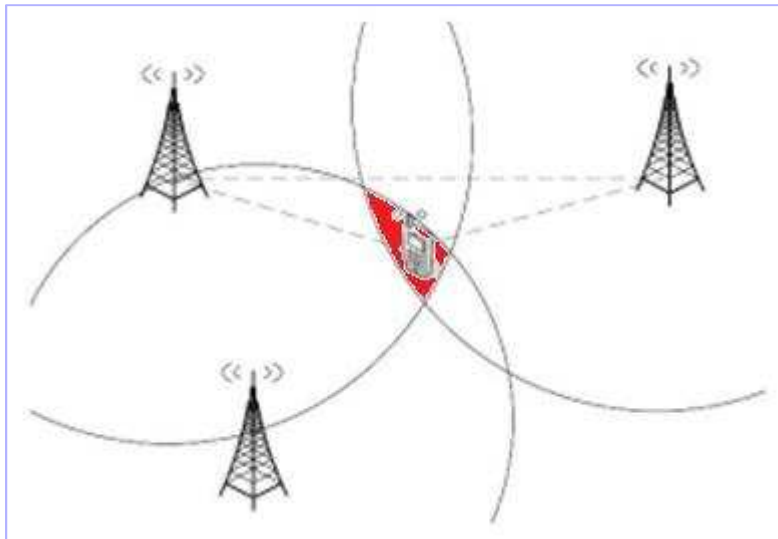
Escrevendo na forma matricial:

$$HX = B \quad \text{com:} \quad H = \begin{bmatrix} x_2 - x_1 & y_2 - y_1 \\ x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \\ \dots & \dots \\ x_n - x_1 & y_n - y_1 \end{bmatrix} \quad \text{e} \quad B = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} (d_1^2 - d_2^2) + (x_2^2 - y_2^2) - (x_1^2 - y_1^2) \\ (d_1^2 - d_3^2) + (x_3^2 - y_3^2) - (x_1^2 - y_1^2) \\ \dots \\ (d_1^2 - d_n^2) + (x_n^2 - y_n^2) - (x_1^2 - y_1^2) \end{bmatrix}$$

Formulação do Problema

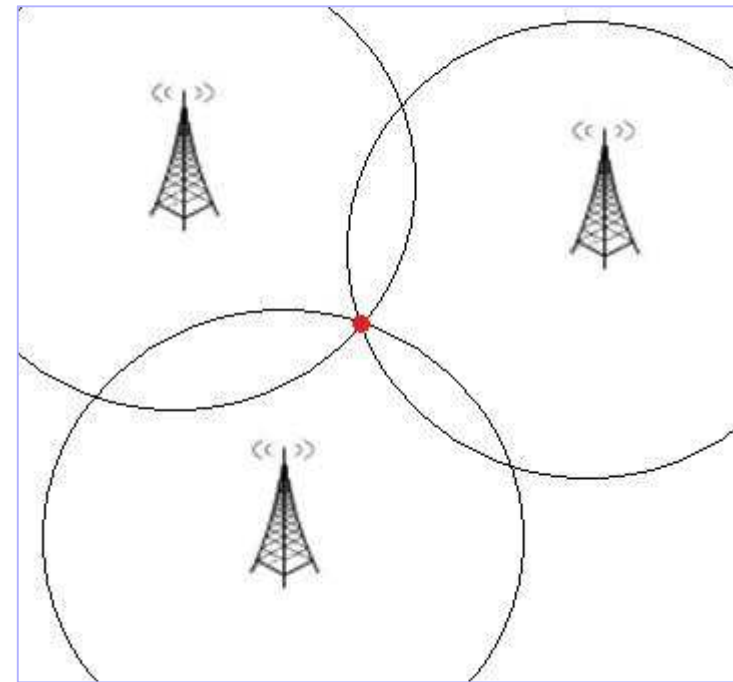
Método de Triangulação

Situação Real



Figueiras, J., Frattasi, S., Mobile Positioning and Tracking, From Conventional to Cooperative Techniques, Wiley, 2010.

Situação Ideal



Métodos de Cálculo

Métodos Estatísticos

➤ Utilização de algoritmos de estimação para determinação da solução das equações. Aplicam-se algoritmos de Mínimos Quadrados (Least Squares), Maximum-Likelihood Estimation (MLE), Filtros de Kalman (KF, EKF, UKF, etc.) e Filtros de Partículas.

FingerPrinting

➤ Utilização de redes neurais baseadas em mapas de RSSI.

Optimização Não Linear

➤ Utilização de algoritmos de otimização global para solução do problema, nomeadamente através de Algoritmos Genéticos, Simulated Annealing, entre outros.

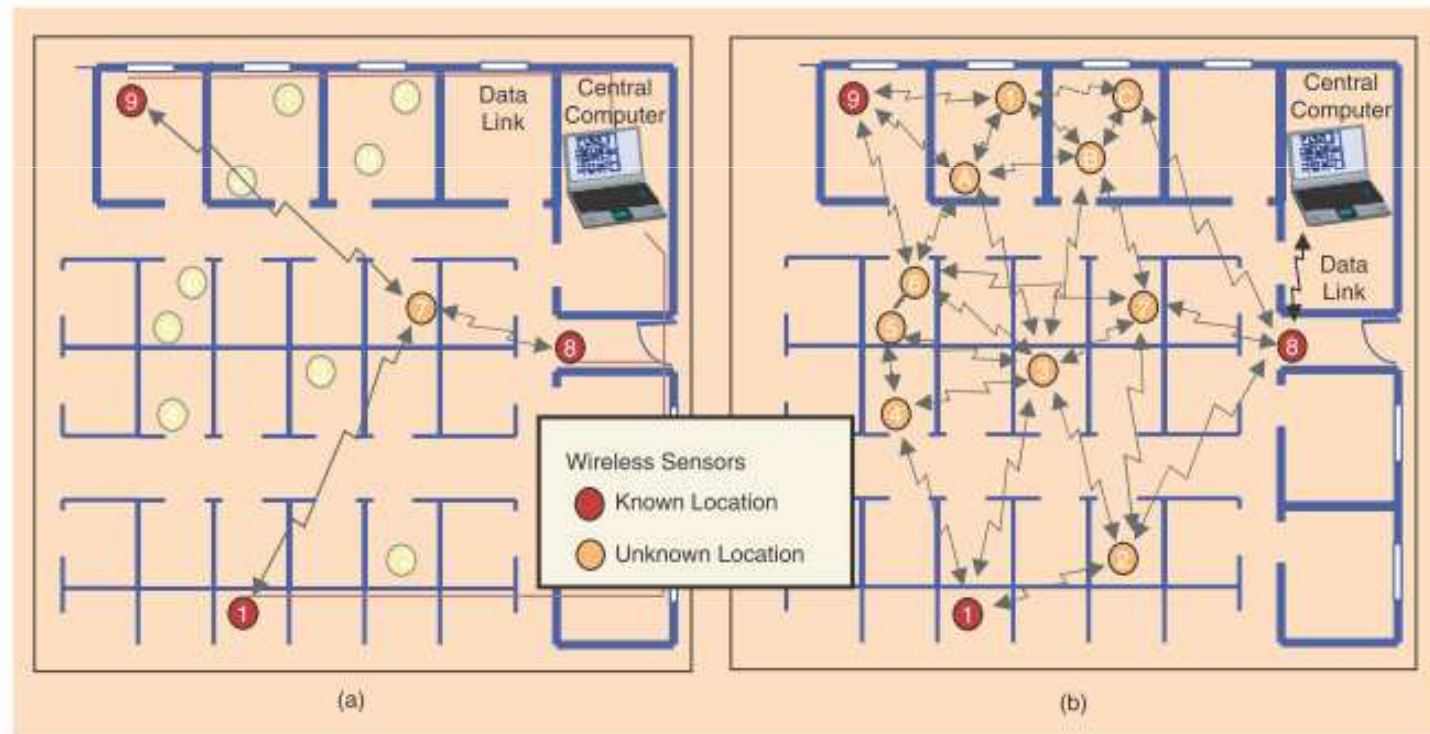
Cooperação e Seleção de Nós

Cooperação

➤ Incluir no modelo matemático a medição da distância (RSSI) entre os vários Nós ou Dispositivos Móveis.

a) Estratégia sem Cooperação

b) Estratégia com Cooperação



[N. Patwari, J. N. Ash, S. Kyperountas, A. O. Hero III, R. L. Moses, and N. S. Correal, "Locating the nodes: Cooperative localization in wireless sensor networks", *IEEE Signal Processing Magazine*, Jul. 2005.]



Cooperação e Seleção de Nós

Cooperação [Vantagens]

Porque não acrescentar apenas alguns Nós?
(Como?)

Porque não acrescentar apenas os Nós que interessam? (Quais?)

Porque não acrescentar apenas os melhores?
(O que significa melhor?)

Técnicas e Resultados na Seleção de Nós

Técnicas de Seleção

Low Path Loss Selection – Apenas seleccionamos os Nós com melhores condições de propagação, eliminando Nós que possam contribuir para o acréscimo de erro (estimação do coeficiente de perdas).

Low Distance Selection – Apenas consideramos os Nós que estão a menor distância, diminuindo o processamento necessário, obtendo as vantagens inerentes ao conceito de cooperação.

Anchor Rejection Factor – Não considerar Nós que possam estar junto de uma referência.

Obstacle Rejection Factor – Detecção de Nós que possam estar em condições NLOS (não estarem em linha de vista), contribuindo para o acréscimo de erro na medição.

Técnicas e Resultados na Seleção de Nós

Exemplo de Simulação

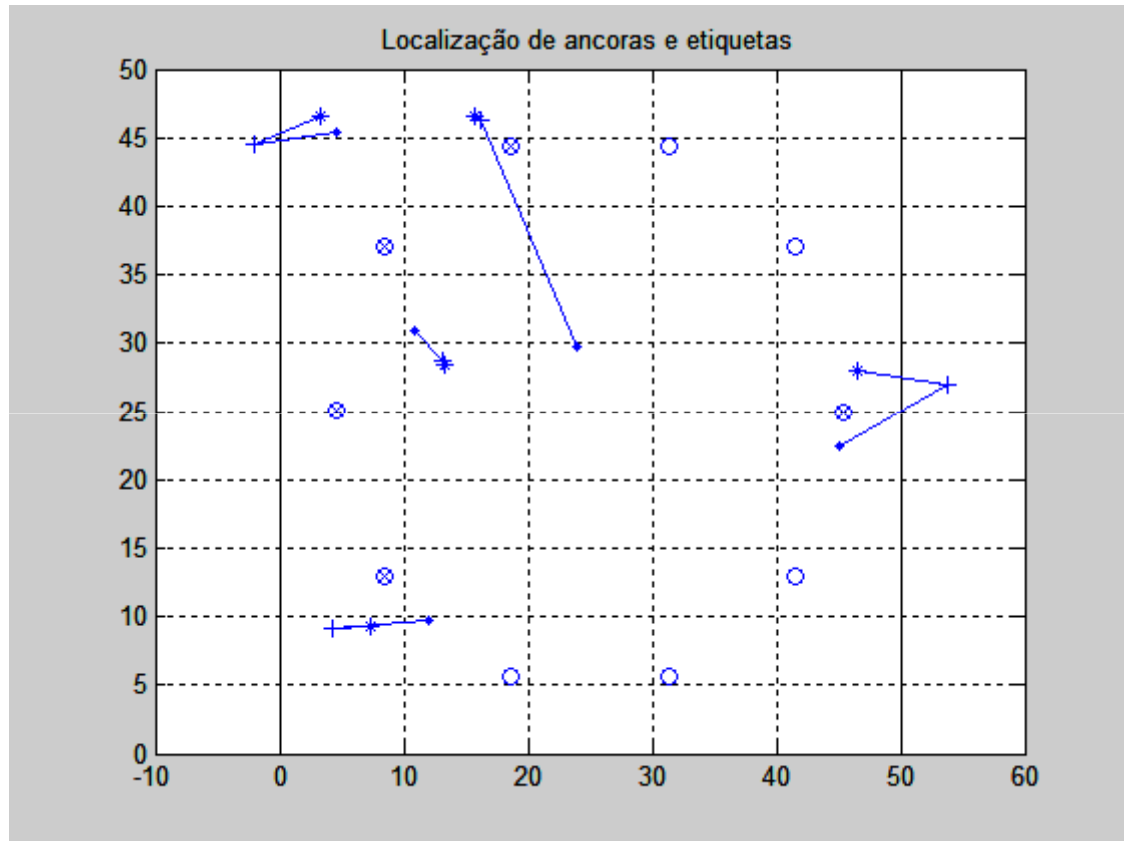
Pass Loss Coeficient: 2
 $P_o = -40$ dB, $d_o = 1$ m

RSSI noise: $\sigma=4$, $\mu=0$

N.º Referências: 10
N.º de Nós: 5

Método de cálculo:
Least Squares

Método de Seleção:
Low Distance Selection



- . - Localização REAL
- + - Mínimos Quadrados (Err = 9.181)
- * - Melhoria com SELECÇÃO (Err = 6.912)

Trabalho Futuro

- Formalização teórica das várias técnicas apresentadas com indicadores do resultado obtido.

(PhD, Instituto de Telecomunicações, Universidade de Coimbra)

- Criação de lógica para incorporar todos os métodos no mesmo modelo.

(PhD, Instituto de Telecomunicações, Universidade de Coimbra)

- Implementação em plataformas físicas dos modelos de selecção

(Projecto em curso, promovido pela empresa Modiplace Lda, com o apoio da Agência de Inovação em Portugal – Projecto QREN SI I&DT em co-Promoção n.º 13.760 com um investimento de 549.026,76 €)

Metodologias de Cooperação e Selecção de Nós para Sistemas de Localização *indoor* com Medição de RSSI

Federal University of Santa Catarina
Software/Hardware Integration Lab.



Obrigado!