

COMUNICAÇÕES MÓVEIS

Introdução às Técnicas de Localização:

Localização Baseada em RSSI - Parte 1

Prof. Daniel Cunha

Centro de Informática-UFPE











- o Introdução
- Definição matemática
- Range-based positioning
 - Trilateração (exemplo)
- Artigo publicado no SBrT 2017
- Comentários Finais

Introdução

• Por que utilizar redes celulares para localização?



Crescimento do nr de assinaturas móveis

Mundo: 5 bi (GSMA, Jun 17)

• Brasil: **242,1 mi** (ANATEL, Jun 17)*



Serviços de Emergência

(Recomendações – FCC e CGALIES)

- Precisão de 100 m (67% ligações)
- Precisão de 300 m (95% ligações)

Introdução

• Por que utilizar redes celulares para localização?



Internet das Coisas

 2022: 1,5 bi dispositivos conectados (conexões via rede celular)

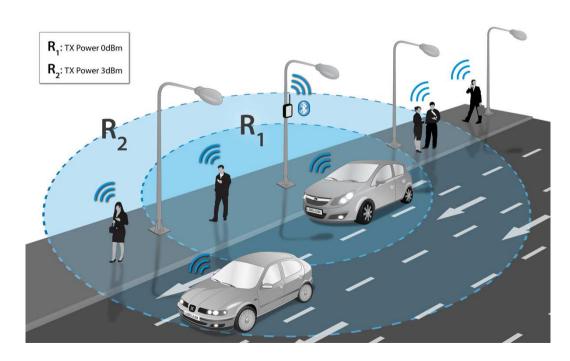


Limitações do GPS

- Condições climáticas adversas
- Alto consumo de bateria



- Location-based services: demanda crescente.
- Wireless Enhanced 911 (E-911)
- Qual o atrativo das técnicas RSS-based?
- Melhor custo-benefício
- Bons resultados em ambientes LOS e NLOS.





Problema da localização baseada em medidas do sinal

- (1) Observação do sinal
- o (2) Extração de **parâmetros do sinal** relacionados à posição
- o (3) Estimação das coordenadas da localização



Definição Matemática

Sejam m estações base (âncoras) com coordenadas conhecidas.

$$\mathbf{x}_i = \left[x_i, y_i\right]^T$$

As medidas de nível de sinal são transformadas em distâncias para a fonte do sinal usando um modelo de propagação.

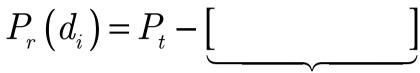
$$\left\{\widehat{d}_i\right\}_{i=1}^m \qquad \qquad \mathbf{\theta} = \left[x, y\right]^T$$

(distância do alvo para as BTSs)

(posição desconhecida do alvo)

$$\widehat{d_i^2} = \|\mathbf{\theta} - \mathbf{x}_i\|^2 = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2, i = 1, 2, ..., m$$
 (problema de lateração)

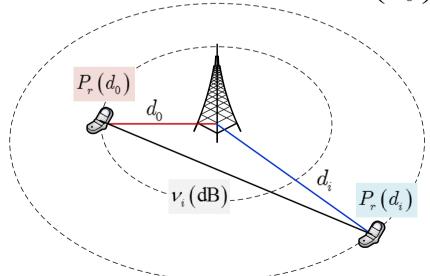




perda de propagação total

$$\overline{PL}(d_i) = \overline{PL}(d_0) + 10n \log \left(\frac{d_i}{d_0}\right)$$

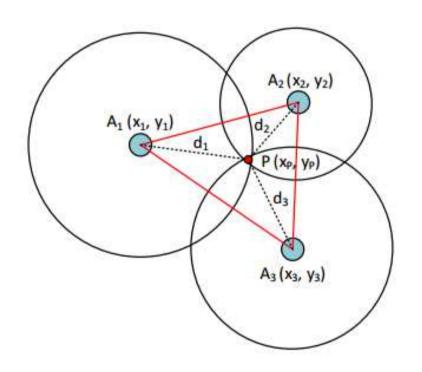
(modelo Free Space)

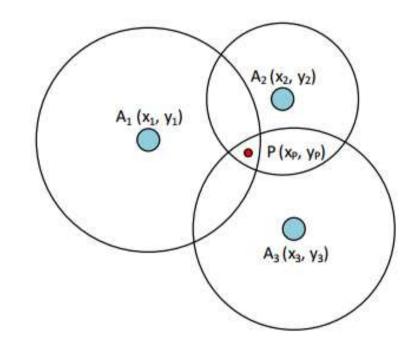


$$P_r(d_i) = P_r(d_0) - \nu_i(dB)$$

$$v_i(dB) = 10n \log\left(\frac{d_i}{d_0}\right)$$

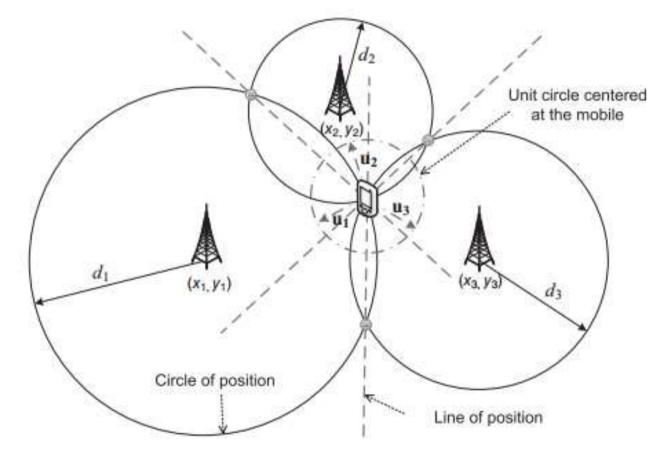
• Localização baseada em trilateração de potência





$$d_i^2 = (x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2$$
, $i = 1,2,3$

o Interpretação geométrica do problema



Trilateração usando medidas de nível de sinal (RSS) em um ambiente sem ruído.

Fonte: IEEE Handbook of Position Location, Zekavat and Buehrer, 2012.

Exemplo

- Seja uma rede de localização "range-based" de três âncoras com coordenadas conhecidas $\mathbf{x}_i = [x_i, y_i]^T$
- Suponha que cada âncora estime sua distância d_i para o alvo.
- Assumindo o caso sem ruído, o móvel estará localizado no ponto de intersecção das três circunferências.
- a) Escreva a equação matemática que representa uma linha de posição. Apresente as equações no formato matricial Ax=b.
- b) Reescreva a equação (slide 8) para estimar a *i*-ésima distância.
- c) Estime cada distância entre as âncoras e o alvo na seguinte configuração

Exemplo

$$\{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^3 = \{[0,0]^T; [30,50]^T; [50,10]^T\}$$
 (coordenadas das âncoras)

$${P_{r,i}}_{i=0}^{3} = {-10; -56, 81; -43, 55; -55, 06}$$
 (dBm), $d_0 = 1$ m, $n = 3$

$$\widehat{d_i^2} = (x - x_i)^2 + (y - y_i)^2$$

$$\widehat{d_j^2} = \left(x - x_j\right)^2 + \left(y - y_j\right)^2$$





Exemplo



$$(x_{j} - x_{i})x + (y_{j} - y_{i})y = \frac{1}{2} \{ ||\mathbf{x}_{j}||^{2} - ||\mathbf{x}_{i}||^{2} - (\widehat{d}_{j}^{2} - \widehat{d}_{i}^{2}) \}$$

ou

$$y = -\frac{(x_{j} - x_{i})}{(y_{j} - y_{i})} x + \frac{\|\mathbf{x}_{j}\|^{2} - \|\mathbf{x}_{i}\|^{2} - (\widehat{d_{j}^{2}} - \widehat{d_{i}^{2}})}{2(y_{j} - y_{i})}$$

Exemplo

$$\left\{ \widehat{d}_i \right\}_{i=1}^3 = \left\{ 36, 34; 13, 13; 31, 77 \right\}$$
 (m)

$$\mathbf{x} = A^{-1}\mathbf{b} = \begin{bmatrix} 30 & 50 \\ 50 & 10 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 2274, 10 \\ 1455, 63 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22, 75 \\ 31, 84 \end{bmatrix}$$



Comentários Finais

- Introdução
- Definição matemática
- Range-based positioning
 - Trilateração (exemplo)
- Artigo publicado no SBrT 2017





Curso de Engenharia da Computação ES290 — Comunicações Móveis

Prof. Daniel Cunha

dcunha@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~dcunha