

Matemática Computacional

Triangulação de Sinais

I only know that I know nothing. (Socrates)

A estimação de localização de uma fonte emissora de sinais é um problema que tem aplicações em muitas áreas: Sistema de Informação Geográfica, Sistemas de Navegação, Planejamento de Mobilidade, Mapeamento, Estratégia Militar, Localização e Rastreamento de Movimento, etc.

O objetivo deste trabalho é resolver o problema da triangulação de sinais para localizar um dispositivo emissor. O caso é real.

Sinais podem ser de diversas natureza, incluindo ondas sonoras, luz visível e não-visível e, outras energias do espectro electromagnético (ondas de rádio, ondas de radar, micro-ondas, etc.).

A localização de um dispositivo emissor é feita pela triangulação dos dados de sinal que ele emite os quais são recebidos por receptores (um sistema composto por receptores) que estão localizados num espaço conhecido (a coordenada de localização de cada receptor é conhecida).

Os dados de sinais são: 1) a natureza do próprio sinal; 2) o instante no tempo que cada receptor recebeu o sinal; 3) o ângulo de chegada do sinal; 4) a potência do sinal.

Cada um desses dados inserem vantagens e desvantagens no processo de localização da fonte emissora de sinal. Nós vamos trabalhar com a potência do sinal. Os dados do sistema de receptores são:

Receptor k	Coordenada (metros) do Receptor k			ρ_0^k – Potência de referência do receptor k (em dBm a 1 metro do receptor)	\mathcal{L}^k – Fator de atenuação do receptor k
	x	y	z		
1	1.55	17.63	1.35	-26.0	2.1
2	-4.02	0.00	1.35	-33.8	1.8
3	-4.40	9.60	1.35	-29.8	1.3
4	9.27	4.64	1.35	-31.2	1.4
5	9.15	12.00	1.35	-33.0	1.5

$$d_k = 10^{\frac{\rho_0^k - \rho^k}{10\mathcal{L}^k}}$$

ρ_0^k é a potência de referência do k -ésimo receptor medido a 1 metro de distância da fonte de sinal (o quanto a força do sinal varia em função da distância entre o receptor e o emissor);

\mathcal{L}^k – Fator de atenuação para o receptor k (quanto da potência do sinal é perdida por motivos intrínsecos e extrínsecos ao sistema).

ρ^k – Força do sinal (dBm) que o receptor k está recebendo o sinal emitido pela fonte emissora;

d_k – estimativa de distância radial que uma fonte emissora está do receptor k (em metros) em função da força do sinal ρ^k que ele recebe.

A seguir são apresentados dois casos experimentais:

Primeiro Caso:

A posição real do emissor é $(x, y, z) = (0.00, 9.00, 1.24)$ em metros

Receptor k	1	2	3	4	5
ρ^k (dBm)	-48.4	-50.6	-32.2	-47.4	-46.3

Segundo Caso:

A posição real do emissor é $(x, y, z) = (3.00, 3.00, 1.24)$ em metros

Receptor k	1	2	3	4	5
ρ^k (dBm)	-46.9	-46.4	-41.2	-45.8	-48.7

- 1) Considerando que uma das fontes de imprecisão são erros nos dados, quais são os elementos envolvidos nesse problema que podem comprometer a qualidade dos dados? Por quê?
- 2) Apresente (implemente) uma solução para estimar a localização do emissor. Aplique essa solução para os dois casos acima e discuta sobre os erros encontrados.

[24] Sharly Joana Halder, Tae Young Choi, Jin Hyung Park, Sung Hun Kang, Sin Woo Park, and Joon Goo Park. Enhanced ranging using adaptive filter of ZIGBEE RSSI and LQI measurement. iiWAS '08: Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services, ACM. November 2008.

[25] E. Elnahrawy, X. Li, and R. P. Martin. The limits of localization using signal strength: a comparative study. Proceeding of Sensor and Ad Hoc Communications and Networks, IEEE SECON, pp. 406–414, October 2004.

[26] Chen Wang and Li Xiao. Sensor Localization under Limited Measurement Capabilities. Network, IEEE. 3(21):16-23, 2007.

[27] Di Wu, Lichun Bao, Renfa Li. Int. J. UWB-Based Localization in Wireless Sensor Networks. Communications, Network and System Sciences, 2009, 5, 407-421.

[28] Prasan Kumar Sahoo and I-Shyan Hwang. Collaborative Localization Algorithms for Wireless Sensor Networks with Reduced Localization Error. Sensors, 2011, pp 9989-10009; doi:10.3390/s111009989.

[29] Amitangshu Pal. Localization Algorithms in Wireless Sensor Networks: Current Approaches and Future Challenges. Network Protocols and Algorithms ISSN 1943-3581 2010, Vol. 2, No. 1. Pp 45-73.

[30] Cornelia Schneider; Sebastian Zutz; Karl Rehrl; Richard Brunaue and Simon Gröchenig. Evaluating GPS sampling rates for pedestrian assistant. Systems Location Based Services, Volume 10 Issue 3, September 2016 Pages 212-239, Taylor & Francis, Inc. Bristol.

[31] Luan D. M. Lam; Antony Tang; and John Grundy. Heuristics-based indoor positioning systems: a systematic literature review. Systems Location Based Services, Volume 10 Issue 3, September 2016 Pages 178-211, Taylor & Francis, Inc. Bristol.

[32] Jan Beutel. Location Management in Wireless Sensor Networks. In Handbook of Sensors Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems (ed. M. Ilyas; I. Mahgoub). ISBN 0-8493-1968-4. Pages 20.1 – 20.23. CRC Press, 2005.