

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Algoritmo para a determinação das coordenadas geométricas de um sistema de robôs subaquáticos

Tatiane Evangelista¹

Faculdade do Gama, UnB, Brasília, DF

1 Introdução

Eles não falam e passam longe da imagem humana com um tronco, dois braços e duas pernas, mas servem para ir onde o homem nunca esteve ou tem muita dificuldade em chegar, como no fundo do mar ou em áreas alagadiças; são os robôs subaquáticos.

A configuração geométrica de um sistema de robôs subaquáticos está em pleno crescimento no mundo e tem várias aplicações, tais como: vigilância em locais sensíveis, inspeção de dutos marinhos, exploração da topografia do fundo do mar, colaboração na prospecção de petróleo e análise detalhada de objetos sem remover-los de seus locais subaquáticos, ou seja, objetos arqueológicos.

Neste trabalho, analisou-se um algoritmo da literatura para a Determination of Spatial Configuration of an Underwater Swarm with Minimum Data [1] e propõe-se um novo algoritmo que mantém a qualidade das soluções obtidas pelo anterior, apresentando ganhos em termos de eficiência computacional.

O algoritmo consiste em determinar as posições dos robôs aquáticos, no espaço tridimensional, a partir de um conjunto de distâncias e velocidades trocadas entre eles.

2 O problema

Sejam n o número de robôs subaquáticos e $I = \{1, \dots, n\}$. Deseja-se determinar as coordenadas de tais robôs, x_1, \dots, x_n , onde $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, x_{i3})$, $x_{ik} \in \mathbf{R}^3$ ($k = 1, 2, 3$), indica a posição do robô i em \mathbf{R}^3 , para cada $i \in I$, usando um conjunto S de pares (i, j) , com $i, j \in I$, para os quais conhecemos a distância $d_{ij} \in \mathbf{R}$ e a velocidade $v_i \in \mathbf{R}^3$ entre eles. Então, dadas as distâncias d_{ij} entre os robôs subaquáticos i e j , as coordenadas das posições x_1, \dots, x_n dos n robôs são solução do sistema não-linear de equações

$$\|x_i - x_j\| = d_{ij}, \quad (i, j) \in S. \quad (1)$$

¹tatilista@unb.br

Logo, o problema é determinar tais soluções de modo eficiente, onde esta solução deve estar em conformidade com:

$$x_{i1} = v_i \times t, \quad x_{i2} = v_i \times t, \quad e \quad x_{i3} = v_i \times t, \quad (2)$$

onde v_i é a velocidade conhecida no robô $i \in I$ e t é o tempo da operação.

Neste trabalho, apenas os casos onde as distâncias são dadas exatamente serão considerados. As distâncias entre muitos dos pares de robôs podem ser determinadas usando o GPS. A partir deste modelo, segue o método para lidar com sua resolução a fim de determinar a coordenada espacial desejada.

3 O método proposto

Iterativamente, para cada robô ainda indeterminado, x_i , encontramos quatro robôs, a saber x_1, x_2, x_3, x_4 , já posicionados cujas distâncias entre quaisquer dois deles sejam conhecidas e que sejam não-coplanares em \mathbf{R}^3 . Logo, pode-se definir o sistema linear

$$-2 \begin{pmatrix} (x_2 - x_1)^t \\ (x_3 - x_1)^t \\ (x_4 - x_1)^t \end{pmatrix} x_i = \begin{pmatrix} (\|x_2\|^2 - \|x_1\|^2) - (d_{i1}^2 - d_{i2}^2) \\ (\|x_3\|^2 - \|x_1\|^2) - (d_{i1}^2 - d_{i2}^3) \\ (\|x_4\|^2 - \|x_1\|^2) - (d_{i1}^2 - d_{i2}^4) \end{pmatrix} \quad (3)$$

na incógnita x_i .

A matriz dos coeficientes deste sistema é não-singular e, assim, o mesmo tem solução única, [2,3].

Referências

- [1] R. D. Erba, Determination of Spatial Configuration of an Underwater Swarm with Minimum Data, *Int. Journal of Advanced Robotic Systems*, 2014. DOI: 10.5772/61035.
- [2] C. Lavor, L. Liberti, N. Maculan, A. Macherino, Euclidean distance geometry and applications, *SIAM Rev.*, 56:3–69, 2014.
- [3] C. Lavor, L. Liberti, N. Maculan, A. Macherino, The discretizable molecular distance geometry problem, *Computational Optimization and Applications*, 52:115–146, 2012.