

UM ESTUDO SOBRE A MOVIMENTAÇÃO DE UM BRAÇO ROBÓTICO UTILIZANDO A NOTAÇÃO DE DENAVIT-HARTENBERG

Endi Daniel Coelho Silva¹; Giovane Richard Xavier²; João Victor de Oliveira
Novaes³ Neila Gualberto Leite ⁴

Resumo: Com a crescente utilização dos robôs para automatizar atividades, tanto industriais como comerciais, surge uma demanda de sistemas que possam controlar este robôs de maneira eficiente, No entanto, a movimentação de um braço robótico no espaço tridimensional é complexa. Uma solução entretanto, é utilizar ferramentas da álgebra linear para facilitar o processo de movimentação. Neste trabalho, montamos um braço robótico com três graus de liberdade controlado por um arduino UNO e utilizando a notação de Denavit-Hartenberg, baseada em conceitos de álgebra linear.

Palavras-chave: Arduino. Automatizar. Braço robótico;

Introdução

Para Ullrich (1987), robô é um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis e programados, para a execução de diversas tarefas. Com a crescente utilização dos robôs para automatizar atividades, tanto industriais como comerciais, surge uma demanda de sistemas que possam controlar este robôs de maneira eficiente. Para realizar esse controle de forma eficiente utilizamos a notação de Denavit-Hartenberg que se baseia em transformações lineares homogêneas de translação e rotação.

Segundo Azevedo e Conci (2003) o objetivo das coordenadas homogêneas é otimizar a aplicação de operações como a rotação e a translação, possibilitando representar uma rotação e uma translação em um única matriz.

De acordo com Craig (2004), a localização do efetuador final (último elemento do robô) é especificado através do controle de maneira adequada das suas variáveis articulares, por consequência os valores do conjunto de variáveis de junta de um robô, determinam o posicionamento de seu elemento final no sistema de coordenadas de trabalho.

Existem duas vertentes que permitem operar um braço robótico, sendo elas a cinemática direta e inversa. Na cinemática inversa determinamos os ângulos de cada uma das juntas do robô, até que o atuador (elemento final do braço), atinja a posição esperada. Já na cinemática direta dada uma conjunto de ângulos para as juntas do robô é possível determinar qual a posição do seu atuador no espaço.

¹Acadêmico do curso de Ciência da Computação do IFNMG, Campus Montes Claros. Email: endicoelho@gmail.com

²Acadêmico do curso de Ciência da Computação do IFNMG, Campus Montes Claros. Email:giovanerichard@hotmail.com

³Acadêmico do curso de Ciência da Computação do IFNMG. Email: j.victoresp@gmail.com

⁴Docente do IFNMG, Campus Montes Claros.

Jacques Denavit e Richard Scheunemann Hartenberg propuseram uma notação sistemática para atribuir um sistema de coordenadas ortonormal com a regra da mão direita, um para cada elo numa cadeia cinemática aberta de elos. Uma vez que estes sistemas de coordenadas fixados ao elo são atribuídos, transformações entre sistemas de coordenadas adjacentes podem ser representadas por uma matriz de transformação de coordenadas homogêneas (DENAVID, 1955). Dessa forma o objetivo do trabalho é estudar a cinemática direta e a cinemática inversa para então realizar a movimentação de um braço robótico utilizando a notação de Denavit-Hartenberg.

Material e Métodos

Para este trabalho foi montado um braço robótico com 3 graus de liberdade, e juntas rotacionais (servo motores) com até 180 graus de rotação e elos de tamanho fixo. Os motores são controlados por um arduino UNO. O software de controle foi escrito utilizando a IDE Arduino, dessa forma é possível pela notação de Denavit-Hartenberg variar a angulação das juntas do robô para então atingir a posição desejada. Um exemplo genérico pode ser dado com um robô planar com 2 graus de liberdade como na imagem a seguir :

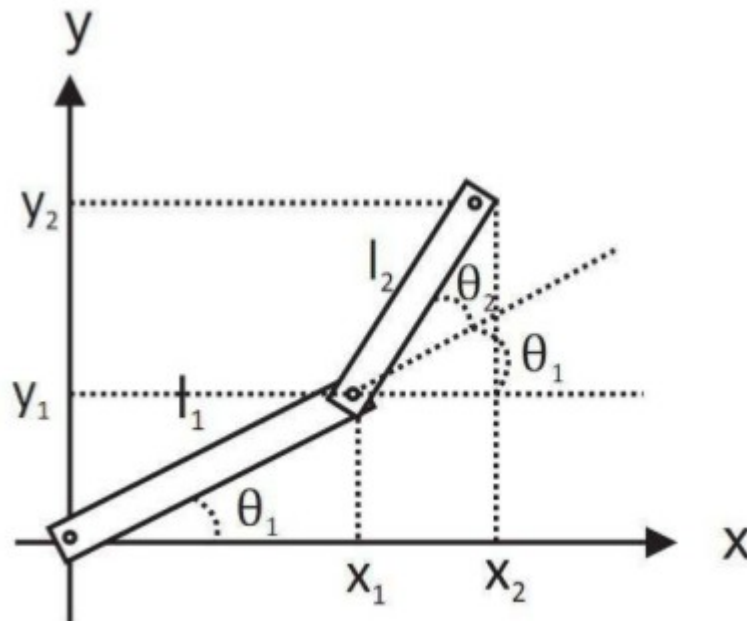


Imagem 1 : MACÊDO, Rafael de Braz – A Matemática na robótica, 2014, Universidade Federal do Ceará.

onde os elos do robô tem comprimento l_1 e l_2 respectivamente, o elo 1 está inclinado em uma angulação de θ_1 graus e o elo 2 está inclinado $\theta_1 + \theta_2$ graus, com essas informações conseguimos identificar as coordenadas (x_1, y_1) e (x_2, y_2) . Sendo assim temos que $x_1 = l_1 \cdot \cos(\theta_1)$, $y_1 = l_1 \cdot \sin(\theta_1)$, $x_2 = l_1 \cdot \cos(\theta_1) + l_2 \cdot \cos(\theta_1 + \theta_2)$ e $y_2 = l_1 \cdot \sin(\theta_1) + l_2 \cdot \sin(\theta_1 + \theta_2)$

Movimentando um braço robótico utilizando a notação de Denavit-Hartenberg

O método de Denavit-Hartenberg é importante pois com ele é possível realizar a programação de um braço robótico de uma maneira mais dinâmica e eficiente, pois a movimentação do braço depende de um estudo das juntas utilizadas, definindo seus tipos, sejam elas prismáticas ou rotacionais, além de definir o comprimento dos elos do robô e se seu comprimento é fixo ou variável, dessa forma, é possível aplicar a notação de Denavit-Hartenberg em um software de controle para alcançar uma posição desejada do espaço, levando em conta as limitações físicas do braço robótico, como por exemplo ângulo máximo de rotação de suas juntas e comprimento máximo dos seus elos.

Conclusões

Com esse trabalho concluímos que o método de Denavit-Hartenberg é uma forte ferramenta para realizar o movimento de um braço robótico, pois com ele é possível utilizar a cinemática direta para descobrir a sua posição no espaço e a cinemática inversa para atingir uma determinada posição no espaço. Isso é feito relacionando os ângulos entre as juntas, o comprimento dos elos e utilizando as transformações lineares homogêneas que relacionam os sistemas de coordenadas pertencentes aos elos do robô. Em trabalhos futuros pode ser realizado o desenvolvimento do software de controle do braço robótico, em linguagens como MATLAB, Scilab, R, Fortran, Julia que já nos dão um suporte à boa parte das funções matemáticas necessárias.

Referências

E. Azevedo, A. Conci, Computação Gráfica geração de imagens, 2003 - Rio de Janeiro.

CRAIG, J. J. Introduction to robotics: mechanics and control. 3 ed, Mac Graw Hill, 2004.

DENAVIT, J. Description and Displacement Analysis of Mechanics Based on the 2x2 dual Matrices 1ed, University of Northwestern, Evanston, 1955

MACÊDO, Rafael de Braz – A Matemática na robótica, 2014, Universidade Federal do Ceará.

ULLRICH, R. Robótica - Uma Introdução. O Porquê dos robôs e seu papel no trabalho. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1987.