

Engenharia Mecânica

MODELAGEM E VALIDAÇÃO TEÓRICO-EXPERIMENTAL DA CINEMÁTICA DIRETA DE UM MANIPULADOR ROBÓTICO DE 4 GRAUS DE LIBERDADE DO TIPO PALETIZADOR

Danyllo Andrade Silva - 12º módulo de Engenharia Mecânica, UFLA.

Belisario Nina Huallpa - Professor do Departamento de Engenharia Mecânica, UFLA - belisario.nina@ufla.br. Orientador. - Orientador(a)

Resumo

A robótica industrial tem se consolidado como elemento essencial na automação de tarefas repetitivas, principalmente nos setores de manufatura e logística. Dentre os diversos tipos de robôs industriais, os manipuladores do tipo paletizador são amplamente utilizados para operações de carga e descarga devido à sua capacidade de manter a orientação do efetuador final paralela ao solo. A precisão nas aplicações desses sistemas depende de uma modelagem matemática precisa em conjunto com a validação experimental. Este trabalho tem como objetivo modelar a cinemática direta de um manipulador robótico de 4 graus de liberdade do tipo paletizador e de verificar sua consistência geométrica por meio de validação prática com um protótipo físico. Foi utilizado um manipulador comercial impresso em 3D com juntas rotacionais acionadas por servomotores MG90S, em que sua estrutura possui paralelogramos articulados para garantir a orientação constante do efetuador final. A modelagem segue a convenção de Denavit-Hartenberg, aplicando transformações homogêneas compostas. Visando a simplificação geométrica, adotou-se a metodologia proposta por Malla e Shanmugavel (2024), convertendo a cadeia parcialmente fechada do manipulador em uma cadeia aberta equivalente. As equações foram implementadas no software MATLAB®, com apoio da biblioteca Robotics Toolbox, permitindo simulações e geração do espaço de trabalho. A validação experimental foi conduzida em uma estrutura em chapas de MDF (chapas de fibras de madeira prensadas). Para medir a posição, utilizaram-se sensores ópticos ToF (Time of Flight), VL53L0X-V2 e papel milimetrado, enquanto a verificação da orientação foi feita com o sensor inercial MPU6050. Os erros de posição observados entre o modelo teórico e as medidas experimentais com sensores ToF ficaram abaixo de 15 mm. A maior variação foi de 14,83 mm (eixo x, pose 2), enquanto a menor foi de 0,82 mm (eixo z, pose 4). Nas leituras feitas por meio do papel milimetrado, os extremos foram uma variação máxima de 13,34 mm (eixo z, pose 2) e mínima de 0,484 mm (eixo y, pose 2). A orientação angular do efetuador final, apresentou variações inferiores a 1°, confirmando o comportamento dos paralelogramos articulados. Conclui-se que os dados experimentais apresentaram resultados coerentes e consistentes comparados com o modelo da cinemática direta desenvolvido.

Palavras-Chave: Denavit-Hartenberg, paralelogramos articulados, 4 graus de liberdade,.

Link do pitch: <https://youtu.be/6XCE3LRCKNQ>