

MÉTODOS DE CINEMÁTICA INVERSA PARA MANIPULADORES ROBÓTICOS APLICADOS AOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM ODS 8

João Pedro de Campos da Silva (Faculdade de Tecnologia SENAI Félix Guisard)
Orlando Rosa Junior (Faculdade de Tecnologia SENAI Félix Guisard)

O estudo aborda o desenvolvimento e validação de um método de cinemática inversa aplicado a manipuladores robóticos com, no mínimo, dois graus de liberdade (DOF), buscando facilitar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos complexos de robótica, incentivando o que preconiza a ODS 8, isto é, trabalho sustentável, inclusivo e decente. A cinemática inversa é essencial para determinar os ângulos das juntas que posicionam o efetuador final em coordenadas específicas no espaço, mas sua aplicação prática enfrenta desafios significativos devido à natureza linear e não linear das equações envolvidas e às dificuldades na implementação computacional. O estudo propõe uma solução fundamentada em princípios geométricos, decomposição vetorial e relações trigonométricas, dispensando o uso de métodos avançados de modelagem, como as matrizes homogêneas de Denavit-Hartenberg, tradicionalmente utilizadas. Para alcançar esse objetivo, foram utilizadas três plataformas complementares: Desmos 3D, Pygame e Webots. No Desmos 3D, foi realizada a modelagem matemática e a verificação dos limites geométricos do manipulador robótico; no Pygame, implementou-se uma simulação bidimensional para validar as equações por meio de programação em Python; e no Webots, desenvolveu-se uma simulação tridimensional para analisar o comportamento dos elos e das juntas em diferentes planos (XY, XZ e YZ) de um manipulador robótico de 2 DOF genérico, isto é, sem associação com nenhum dos grandes fabricantes do mercado. Essa abordagem integrada permitiu observar, em tempo real, a influência dos parâmetros de entrada sobre os ângulos e a posição do efetuador, tornando o processo mais intuitivo e acessível para estudantes. Os resultados demonstram que o método proposto é capaz de calcular os ângulos das juntas de forma precisa e coerente, respeitando as restrições geométricas e garantindo consistência entre os ambientes de simulação. As simulações possibilitaram também identificar zonas alcançáveis, configurações críticas e limitações estruturais, fornecendo subsídios para o aperfeiçoamento do projeto. Além de reforçar o caráter didático do estudo, a utilização de ferramentas acessíveis e de código aberto demonstra o potencial de integração entre modelagem matemática e programação aplicada à robótica educacional. O trabalho conclui que a combinação de modelagem geométrica e simulação computacional constitui uma estratégia eficaz para o ensino da cinemática inversa, contribuindo para o desenvolvimento da percepção espacial e da compreensão do movimento coordenado dos eixos. Ademais, o estudo aponta perspectivas futuras, como a análise de singularidades e a comparação com soluções proprietárias de fabricantes industriais, visando aprimorar a acurácia e a aplicabilidade do método. Assim, a pesquisa representa um avanço no ensino de robótica, promovendo a autonomia dos estudantes na construção e controle de manipuladores e fortalecendo a integração entre teoria e prática em ambientes educacionais orientados à Indústria 4.0.



Palavras-chave: cinemática inversa; robótica educacional; modelagem geométrica.