The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC
ISSN: 2527-1075
"EU, A INDÚSTRIA E O MUNDO"
08 a 11 de novembro de 2016 no campus Viçosa da UFV
Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica – DEP
Universidade Federal de Viçosa – UFV

Vol. 03 N. 05 (2017) 0742–0744 *doi:*10.18540/jcecvl3iss5pp0742-0744
OPEN ACCESS

a r t i c l e i n f o
Article history:
Received 1 November 2016
Accepted 3 January 2017
Available online 22 August 2017

PROJETO DE UM BRAÇO ROBÓTICO COM SEIS GRAUS DE LIBERDADE

KEVIN BRAATHEN DE CARVALHO, TATIANA KALGANOVA

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Elétrica
Brunel University, Department of Electronic and Computer Engineering
Avenida Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário – 36570-900 – Viçosa– Minas Gerais
kevinbdc@gmail.com, tatiana.kalganova@brunel.ac.uk

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas tem se voltado cada vez mais para a área da robótica. Um dos ramos que têm tido avanços significativos dado as diversas aplicações como montagem devido ao alto grau de repetibilidade e próteses mecânicas devido à significativa e melhora na qualidade de vida é a área de manipuladores robóticos.

O projeto foi realizado durante o Ciências sem Fronteiras sob a orientação da Dr. Tatiana Kalganova com um grupo composto do doutorando Mashood Mukhtar, dos estudantes intercambistas da França Clement Fontaine e Maxime Degoute e dos bolsistas do Ciências sem Fronteiras Kevin Braathen e Luiz Bortoloni, com o objetivo de fundamentar o começo da continuação de um projeto já existente, o da Mão Robótica Ambidestra, gerando avanços na área de materiais, resistência e controle.

2. METODOLOGIA

Nessa seção, será descrito resumidamente o que foi feito em cada parte da pesquisa. Para isso será dividido em subseções: Escolha do material, Análise de torque, Graus de liberdade e Algoritmo Genético

2.1 Escolha do Material

Foi destacado desde o inicio do projeto a intenção de que o braço, assim como a mão já tinha sido feita, fosse impresso em impressora 3D. Dado as dimensões da mão e antebraço já existentes, foi necessário escolher o material com a maior resistência à flexão possível, pois seria nesse tipo de tensão que seria mais intenso na estrutura do braço. Foi analisado quatro materiais distintos ABS Plus, ABS-ESD7, PC ABS e PC ISO, sendo o material escolhido para utilização o PC ISO.

2.2 Graus de Liberdade

Para saber quantos graus de liberdade (ou *Degrees of Freedom,* ou *DoF)* seria interessante do braço robótico ter, foi pesquisado e comparado com outros braços já existentes com intuito de poder ser classificado como um braço antropomórfico em seus movimentos, tanto em relação à graus de liberdade quanto à alcance angular de cada junta. Na Tab. 1, encontra-se um comparativo entre os dados encontrados. As juntas Q1-Q7 estão sendo avaliadas como mostra-se na Fig. 1.

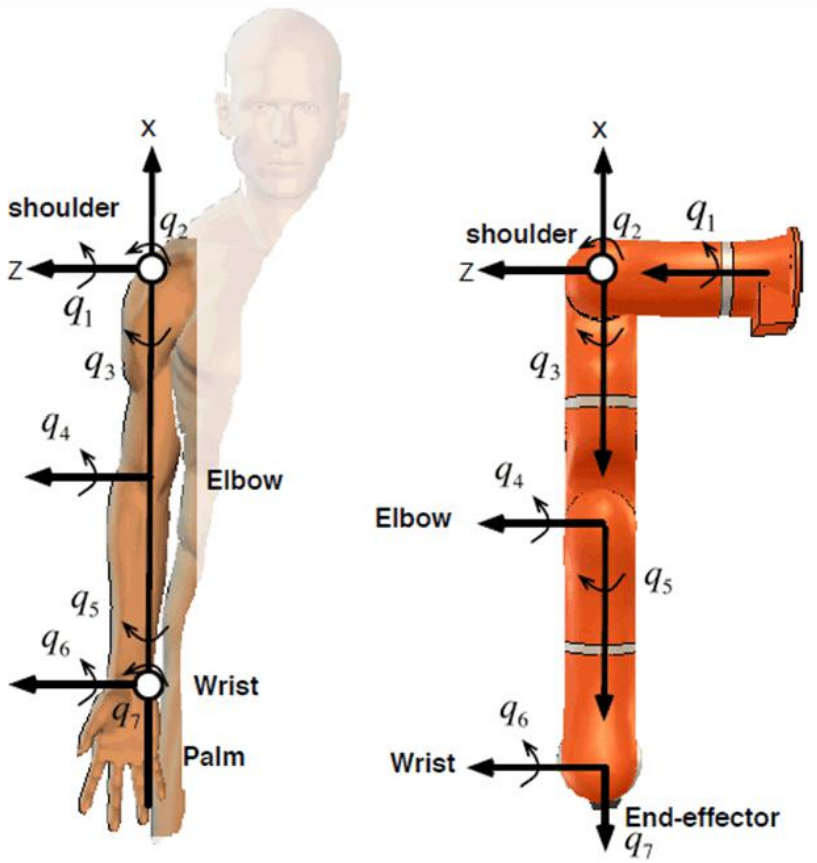

Figura 1: Graus de liberdade.

Tabela 1 - Comparação de graus de liberdade entre braços existentes e o humano.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
Alcance aproximado do braço humano	265°	180°	270°	150°	210°	180°	40°
PC-ROBOARM 6 DoF	180°	160°	-	180°	180°	180°	40°
Elu 2 Arm	300°	108°	-	120°	180°	100°	15°
Braço antropomórfico	245°	189°	209°	150°	240°	150°	43°

Optou-se que o braço robótico teria seis graus de liberdade, pois graças ao fato da mão ser ambidestra, a junta Q7 não seria muito expressiva. Então o projeto foi feito para ter um alcance mais próximo do braço antropomórfico mostrado na Tab. 1.

2.3 Análise do Torque

Dado a distribuição de peso e o quão longo o braço é, os requerimentos de torque para os motores nas juntas seriam bastante exigentes, então foi feito uma análise para determinar o motor necessário para a junta mais crítica, o cotovelo, pois o peso desse motor seria adicionado aos esforços dos outros motores do ombro. Assumindo uma distribuição uniforme de peso, foi encontrado um torque mínimo de 16,8 N.m. O único servomotor capaz de fazer algo perto desse torque e não ser muito grande foi o Torxis i01857 com a capacidade de fazer 11,2 N.m, então utilizou-se dois desses motores.

2.4 Algoritmo Genético

Definido que o controle seria feito utilizando uma mistura de Redes Neurais com Lógica nebulosa, seria necessário gerar um banco de dados para a rede neural. Como a cinemática inversa

não tem solução matemática exata simples, utilizou-se do *software Matlab*® para com algoritmo genético criar um possível banco de dados de ângulos possíveis para determinados pontos no espaço.

3. TRABALHO PRÁTICO E RESULTADOS

A parte mais focada nos trabalhos práticos foi a otimização do algoritmo genético, pois esse depende de várias variáveis que só poderiam escolhidas para o melhor resultado através de métodos empíricos. Variando os diversos parâmetros de entrada como população inicial, taxa de mutação e *crossover*, critério de parada e número de *crossovers* o resultado para vários pontos diferentes que foi mais promissor se encontra nas Tab. 2 e 3.

Tabela 2: Parâmetros de entrada da simulação

Número máximo de gerações	Critério de parada por erro	Probabilidade de *crossover*	Probabilidade de mutação	População inicial	Número de *crossovers*	Porcentagem de reposição
150	3 cm	90%	20%	2000	1	30%

Tabela 3: Parâmetros de entrada da simulação

Erro médio Absoluto	Número médio de gerações para convergir	Tempo médio para convergir
5 cm	44	7,95 s

4. CONCLUSÕES

Esse projeto iniciou os trabalhos no projeto do braço robótico de seis graus de liberdade em Brunel. Desenvolveu base para a continuidade do trabalho tendo tido resultados na abordagem da escolha dos materiais utilizados, torque envolvido e, principalmente, na problemática da cinemática inversa.

5. AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os envolvidos no projeto, CNPQ pelo financiamento da bolsa que possibilitou essa pesquisa e à Universidade de Brunel que permitiu toda a infraestrutura necessária.

REFERÊNCIAS

"**Elu2 Arm Data Sheet**" 20th May 2015. Disponível em <http://www.elumotion.com/Pdfs/Elu2-Arm-Data-Sheet-10-5-10-a.pdf>.

PAIK J. K. "***Development of an Anthropomorphic Robotic Arm and Hand for Interactive Humanoids****",* Journal of Bionic Engineering, pp. 133-142, 2012.

HAO, G. W. "***6-DOF PC-Based Robotic Arm (PC-ROBOARM) with efficient trajectory planning and speed control***" in International Conference On Mechatronics, 2011.