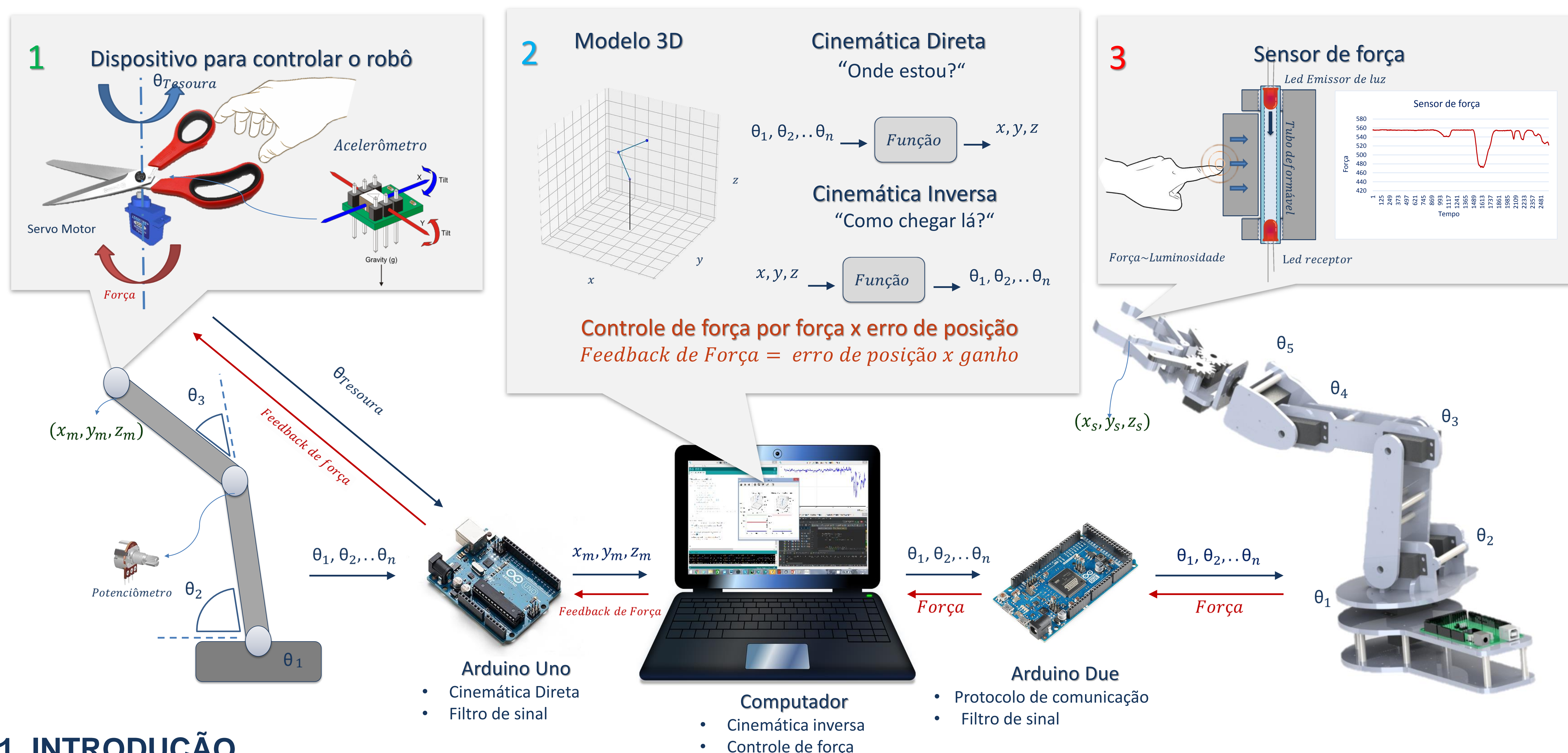


Controle De Um Manipulador Robótico Com Sensor De Força



1. INTRODUÇÃO

Robôs industriais estão, cada vez mais, auxiliando operadores humanos em realizações de tarefas em locais confinados, perigosos e inclusive operações cirúrgicas. O projeto consiste no controle de posição e força de um manipulador robótico, explorando conceitos de cinemática direta, inversa e controle de força baseado no erro de posição, implementados em linguagem de programação Python e Arduino.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.3 Cinemática Inversa

Cinemática inversa é uma ferramenta para calcular os ângulos entre as hastes de um objeto articulado em função da sua coordenada espacial. Isso é feito por meio de equações trigonométricas obtidas através de transformadas espaciais (método matricial), ou trigonometria. Existem várias combinações de ângulos possíveis para uma mesma coordenada.

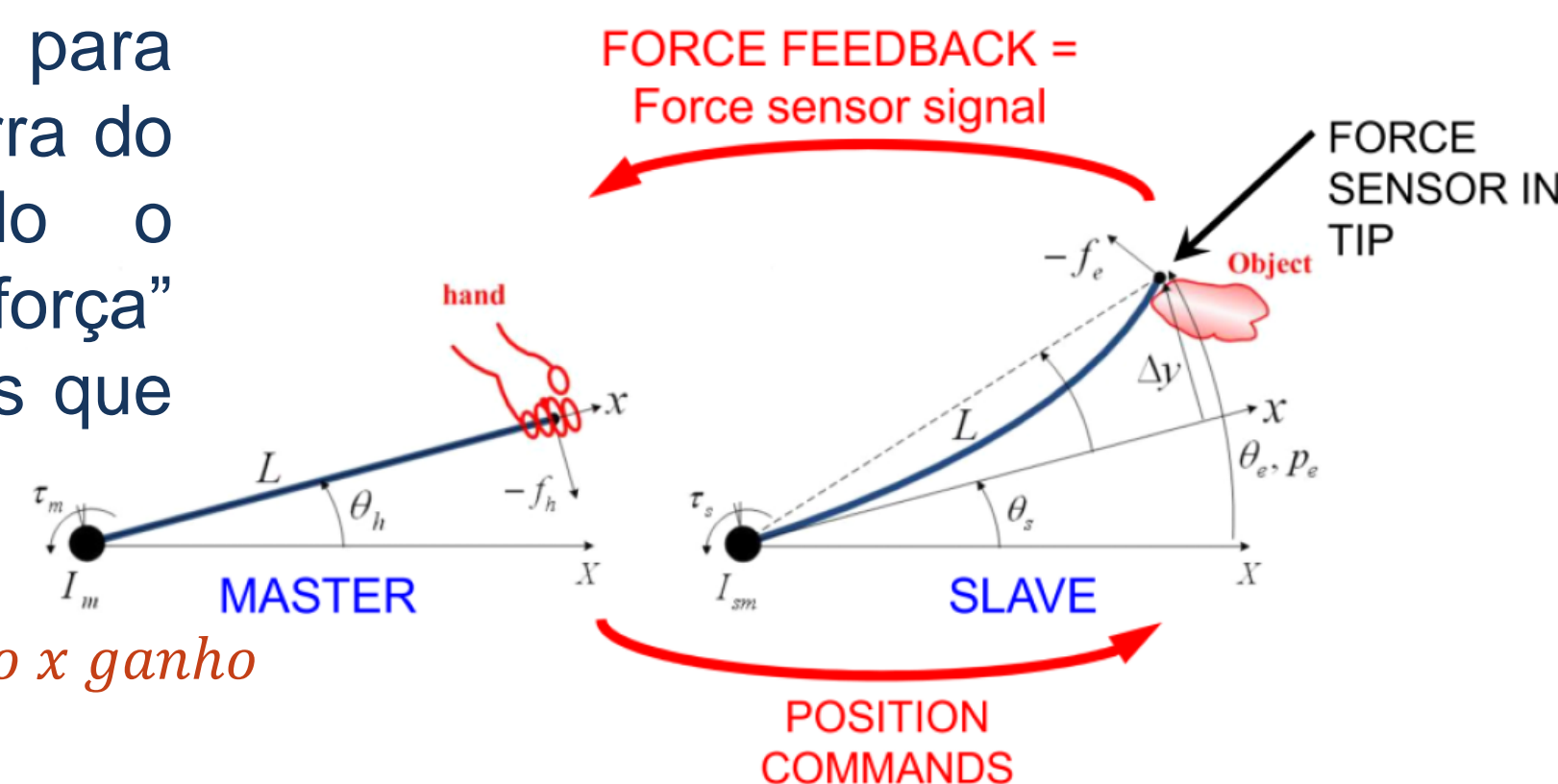
$$x, y, z = f(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$$

(Ilustrado em 2)

2.2 Controle de força

Foi construído um dispositivo (ilustrado em 1) constituído de uma tesoura, potenciômetro e servo motor, para controle de ângulo e força da garra do manipulador. Foi implementado o “controle direto de reflexão da força” (DFR), relativamente simples mas que possui uma boa performance. A fórmula de controle é:

- $\text{Feedback de Força} = \text{erro de posição} \times \text{ganho}$
- $\text{erro de posição} = \theta_{\text{atual}} - \theta_{\text{enviado}}$



Fonte: Slides do curso "Medical Robotics" da UofA

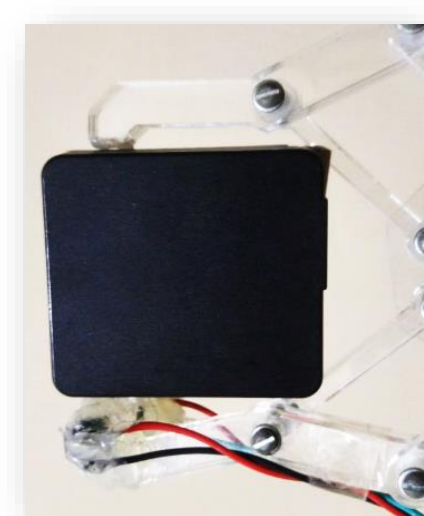
2.1 Sensor de Força

Quando uma força é realizada sobre um material, este sofre uma deformação, retornando à posição de equilíbrio após a retirada da carga (regime elástico). Sensores como Strain Gage variam sua tensão de acordo com sua deformação.

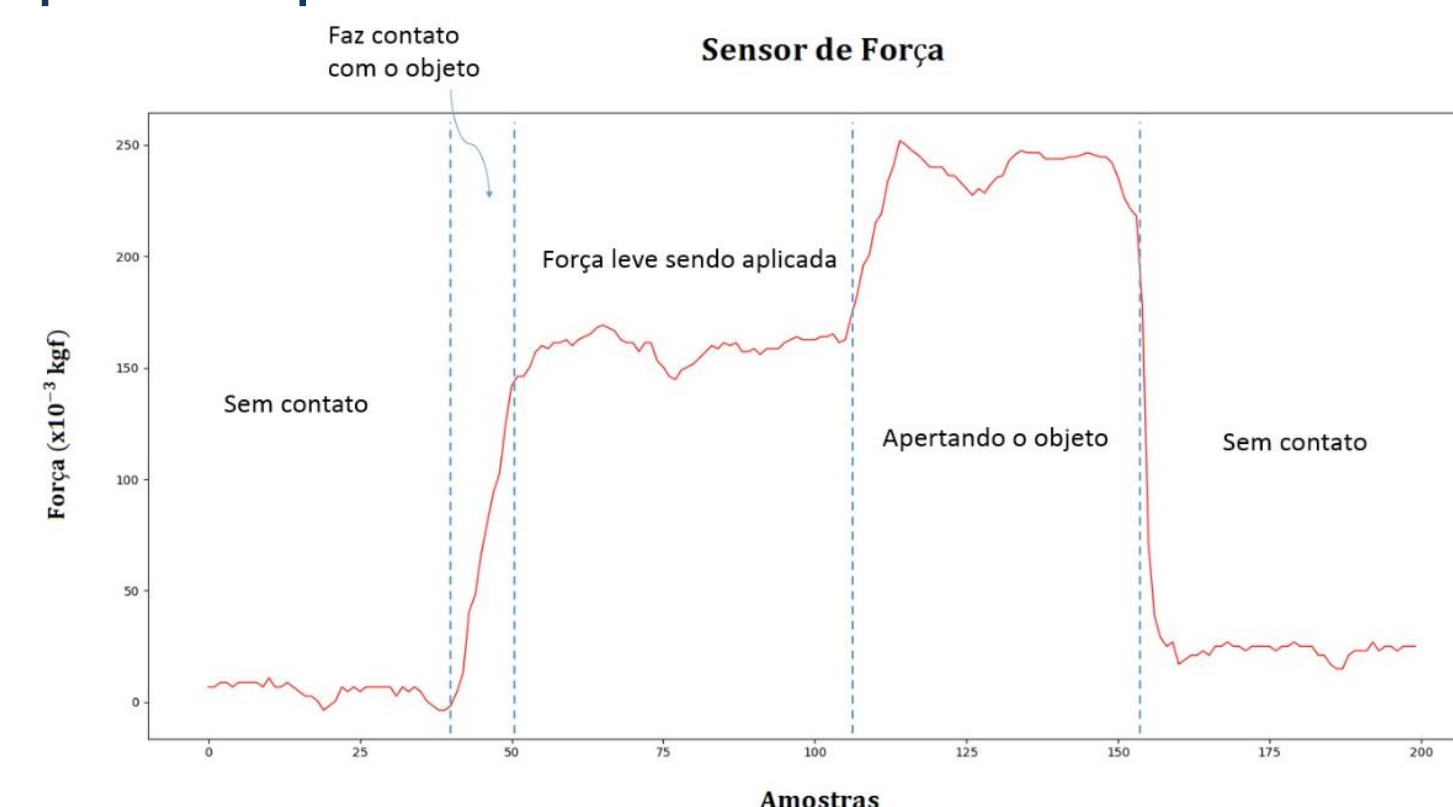
Baseando-se neste princípio, o sensor de flexão desenvolvido por Machado (2016) foi adaptado em uma nova configuração, funcionando da seguinte maneira: Uma tensão realizada deforma o tubo de silicone, diminuindo proporcionalmente a luminosidade incidente do Led emissor sobre o receptor, ambos posicionados nas extremidades. Pode-se facilmente converter a tensão elétrica do receptor em unidade de força (ilustrado em 3).

3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

O sensor de força utilizado apresentou repetitividade e uma sensibilidade de carga aproximadamente na faixa de 100g a 1200kg. O método de “controle direto de reflexão da força” (DFR) implementado também apresentou uma boa performance tendo em vista a simplicidade e precisão dos componentes envolvidos. Visualmente o manipulador repetiu os movimentos realizados pelo usuário, e através de testes do robô carregando diferentes objetos, foi possível controlar a força aplicada. Por fim, foi feita a automação do manipulador, no qual ele realiza repetitivamente uma tarefa programada pelo dispositivo construído.



Fonte: Autor



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- MACHADO, Pedro Henrique de Carvalho, et al. “Desenvolvimento de um sensor para captação dos movimentos de uma mão humana” XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica (CBEB), Foz do Iguaçu, 2016.
- A.F. Nicolescu, F.M Ilie, T.G Alexandru. *Forward And Inverse Kinematics Study Of Industrial Robots Taking Into Account Constructive And Functional Parameter's Modeling*, Proceedings in Manufacturing Systems, Volume 10, Issue 4, 2015, pp. 157-164.

Componentes do Grupo: Felipe Vital Cacique
Maressa Silva Fidelis de Oliveira
Murillo de Oliveira Goncalves Germano
Orientador: Sady Antônio dos Santos Filho