



ANÁLISE DO DESEMPENHO DE UMA GARRA ROBÓTICA FLEXÍVEL

Tainne Camila Pereira*¹, Isabela Marques Mizziara².

¹Centro Universitário UNA de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

²Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brasil

Resumo – A manipulação de objetos por garras robóticas é uma habilidade fundamental e uma das aplicações mais conhecidas da robótica industrial. Porém, os desafios para garras mecânicas convencionais são a manipulação de objetos frágeis ou a restrição à manipulação de apenas um tipo de objeto, o que requer um controle de alta precisão. Os *soft robots* oferecem uma solução para esses desafios, pois são feitos de materiais complacentes que se ajustam passivamente ao formato do objeto e ao meio onde estão inseridos. Os *soft robots* são inspirados na morfologia de animais de corpo mole, como os cefalópodes (polvo). O objetivo desse trabalho é estudar os *soft robots*, os materiais usados para construí-los e suas áreas de atuação como também projetar, fabricar e analisar uma garra robótica flexível capaz de lidar com vários tipos de objetos. A garra construída é capaz de se ajustar passivamente a objetos variados e também manipular objetos frágeis.

Palavras-Chave – Garra mecânica, Garra robótica, *Soft gripper*, *Soft robot*.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SOFT ROBOT GRIPPER

Abstract – Object manipulation by robotic grippers is a fundamental skill and one of the best-known applications of industrial robotics. However, the challenges for conventional mechanical grippers are to handle fragile objects or to be restricted to handle only one type of object, which requires high precision control. Soft robots offer a solution for these challenges, because they are made from compliant materials that passively adapt to the shape of the object and the environment they are inserted into. Soft robots are inspired on soft-bodied animals' morphology, like cephalopods (octopus). This work's purpose is to discourse about soft robots, such as the materials used to build them and their areas of actuation, and also to design, manufacture and analyse a soft robot gripper capable to handle various types of objects. The gripper built was able to passively adapt to assorted objects and also handle fragile objects.

Keywords – *Soft robot*, *Soft gripper*, *Mechanic Gripper*, *Robotic Gripper*.

I. INTRODUÇÃO

Frequentemente, robôs de corpo rígido são usados para realizarem tarefas com rapidez, precisão e eficiência, mas devido a sua estrutura, esses robôs possuem adaptabilidade limitada e não são seguros para interagirem com seres humanos [1]. Devido ao risco que os robôs convencionais oferecem aos humanos, pela velocidade, mobilidade e força com que executam seus movimentos, por questões de segurança nas indústrias são criados locais de trabalho separando humanos de robôs [2].

Ao contrário dos robôs convencionais, os *soft robots* têm seus corpos constituídos de materiais intrinsecamente moles e flexíveis (por exemplo, elastômetro de silicone) que podem deformar e absorver grande parte da energia resultante de uma colisão [1].

Os *soft robots* são desenvolvidos a partir de materiais complacentes, possibilitando assim melhor adaptabilidade ao ambiente e também maior interação com os seres humanos. Devido a sua forma maleável, os *soft robots* possuem um maior número de graus de liberdade quando comparados com os robôs convencionais [1]. De acordo com a literatura, o módulo de Young ou módulo de elasticidade mensura a resistência do material quando submetido às forças de tração ou compressão, ele é a razão entre a tensão aplicada e a deformação sofrida pelo corpo de prova [3]. Quando um material é rígido, mais elevado é o valor do módulo de Young. Para os *soft robots* esse valor deve ser equivalente aos valores obtidos para materiais biológicos moles [1].

As garras mecânicas se assemelham às mãos humanas, utilizando dedos mecânicos acionados por um mecanismo que faz os dedos realizarem o movimento de pinça, entrando em contato direto com o objeto. Uma garra com configuração de mão humana possui maior versatilidade para manipulação, visto que a mão humana consegue se adaptar a diferentes formatos de objetos [4].

As garras robóticas convencionais têm uma grande dificuldade na manipulação de objetos frágeis e de formatos não usuais [5]. Uma das soluções encontradas é substituir as garras convencionais por garras flexíveis, trocando as juntas rígidas por uma estrutura feita de materiais hiperelásticos, que se deformam continuamente, em resposta a atuadores externos ou internos e, à interação com os objetos [6].

* tainnecamilapereira@gmail.com

Os materiais mais utilizados para as *soft grippers* (garras flexíveis) são os elastômeros, graças às grandes tensões que podem sustentar reversivelmente - elastômeros podem sofrer grandes deformações e retornar ao seu formato original. As borrachas de silicone têm sido a escolha mais popular para as garras, graças à sua facilidade de fabricação, baixa toxicidade, robustez e baixos coeficientes de amortecimento mecânico. Por exemplo, elas são usadas para fabricar garras baseadas em atuadores de elastômetro fluídico (FEAs – *Fluidic Elastomer Actuator*), muitas vezes com a adição de fibras de reforço. A combinação de silicones condutivos e dielétricos permite garras baseadas em atuadores dielétricos de elastômero (DEAs – *Dielectric Elastomer Actuator*), que também podem apresentar eletroadesão [6].

Em aplicações onde se deseja obter informações da peça manipulada, como forma, elasticidade, massa, pressão que deve ser aplicada, entre outras informações, os *soft robots* são integrados com sensores que auxiliam tanto na detecção quanto na atuação do objeto a ser manipulado.

O rápido progresso na área de estudo dos *soft robots* permitiu uma melhora na robustez e desempenho da garra, que pode manipular uma variedade de objetos de diferentes formas e texturas, permitindo levar a automação, a tarefas que antes eram consideradas delicadas demais para a manipulação robótica [6].

As aplicações que envolvem os *soft robots* são inúmeras, sendo empregados principalmente, na automação industrial e na medicina. Devido ao seu corpo ser constituído de materiais macios, sua estrutura permite realizar cirurgias minimamente invasivas na medicina, auxiliam na reabilitação de pacientes que perderam a habilidade de agarrar objetos na fisioterapia e, na automação industrial são perfeitos para classificar e embalar produtos delicados como, por exemplo, itens de padarias, pequenos chocolates, frutas e legumes [1].

O objetivo deste trabalho é utilizar os conceitos dos *soft robots* em especial às tecnologias das *soft grippers* para a confecção de uma garra robótica, que consiga manipular objetos, se ajustando passivamente ao seu formato, não requerendo assim um controle de alta precisão.

II. METODOLOGIA

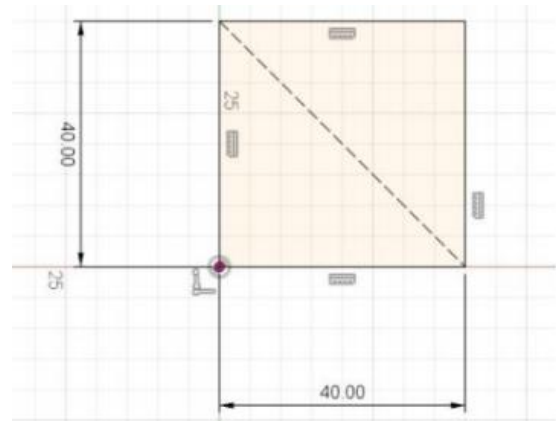
Para que seja criada uma garra robótica é fundamental analisar primeiramente, o espectro de objetos que a mesma terá a função de manipular.

A garra robótica foi construída com base no projeto "Print-in-place robotic gripper" de Aidan Leitch [7]. A mesma possui quatro pinças de formato triangular com 80mm de comprimento com um furo transpassante que vai desde a ponta até a base, atuadas por um servo motor, consequentemente, os fios de nylon serão tracionados e as pinças serão ajustadas à peça que será manipulada.

No entanto, para que fosse possível abrir e fechar a garra, foi necessário um espaçamento de 0,5mm entre cada dobradiça.

O desenho da garra proposta foi idealizado no software Autodesk Fusion 360, cuja base possui dimensões de 40x40mm com o servo motor fixado externamente, o que pode ser visualizado na Figura 1.

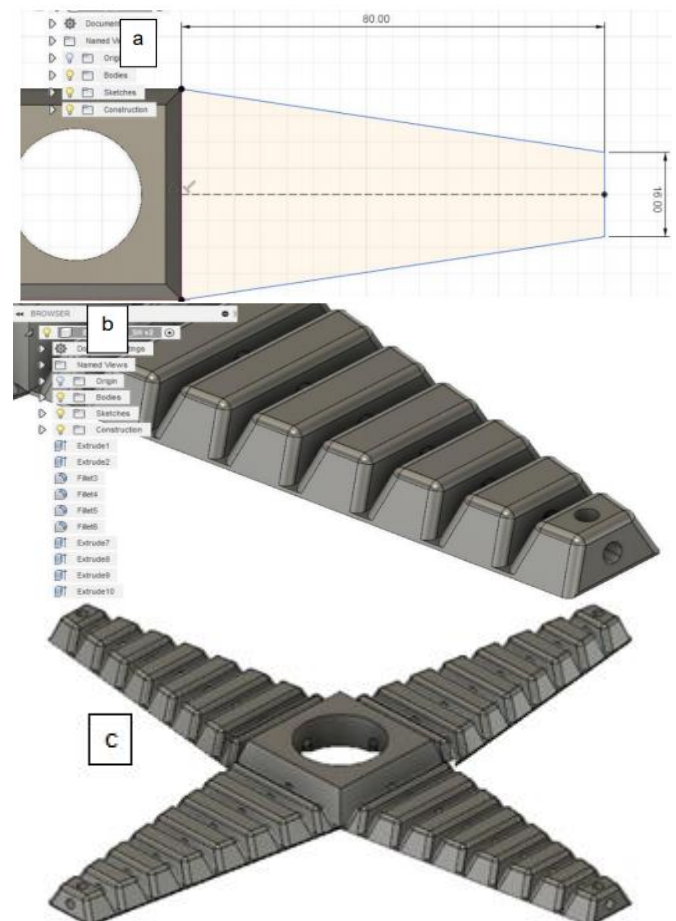
Figura 1: Dimensões da base da garra no Autodesk Fusion 360.



Fonte: O autor

A Figura 2 ilustra o formato das pinças e, como elas são conectadas a base.

Figura 2: a) Dimensões das pinças b) Formato final das pinças c) Formato final da garra robótica.

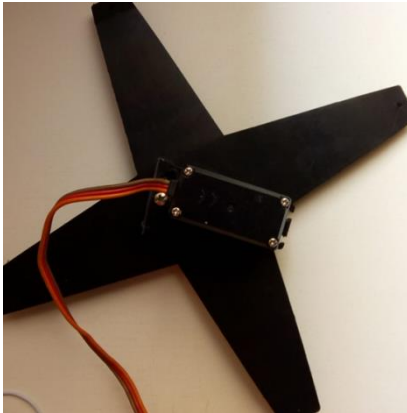


Fonte: O autor

O modelo foi confeccionado em uma impressora 3D (tridimensional) com filamento flexível 3D Lab de 1,75 mm de diâmetro, para que, dessa forma possa fazer o movimento de pinça sem danificar sua estrutura. Após a impressão, foi

instalado o mecanismo de atuação composto por um servo motor Tower Pro Mg995 e fios de nylon, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3: Fixação do servo motor à garra robótica.

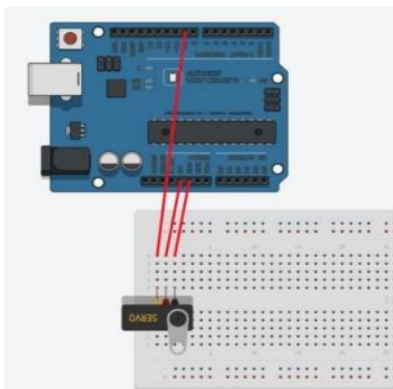


Fonte: O autor

Para o controle de movimentos desenvolvidos pela garra robótica, utilizou-se a placa microcontrolada Arduino Uno, com conexão via USB, que possui 14 pinos de entrada, saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas *Pulse Width Modulation* - PWM), 6 para entradas analógicas e um cristal de quartzo de 16 MHz (Arduino Uno REV3).

O atuador escolhido foi o Servo Tower Pro MG995, um servo-motor de alto torque (9,4kg.cm para 4,8V e 11,0kg.cm para 6V) e rotação de 180°. A Figura 4 ilustra a conexão entre a placa microcontrolada e o servo-motor.

Figura 4: Conexão do servo-motor ao microcontrolador Arduino Uno [7].



Fonte: Leitch, 2017.

A programação foi desenvolvida em linguagem C, na plataforma disponível pelo fabricante da placa microcontroladora Arduino e, pode ser visualizada na Figura 5. O servo motor deverá girar até 150 graus, aguardar nessa posição por 5 segundos e retornar para a posição de 0 grau.

Figura 5: Programação do Servo Motor em Linguagem C [7].

```
#include <Servo.h>
Servofinger; // cria objeto para controlar o servo motor
voidsetup() {
finger.attach(7); // Associa o pino 7 ao objeto finger
}
voidloop() {
delay(2000); // Espera por 2 segundos até começar
finger.write(150); // Aciona o servo para a posição 150 graus
delay(5000); // Aguarda por 5 segundos
finger.write(0); // Aciona o servo motor para a posição 0 grau
delay(5000); // Aguarda por 5 segundos
}
```

Fonte: O autor

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

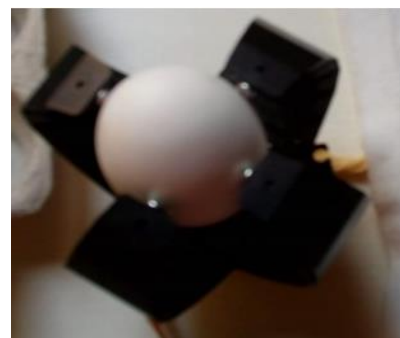
Após a conexão do servo-motor ao microcontrolador, foram feitos diversos testes para verificar quais tipos de objetos, de variadas formas (blocos de madeira, tampas de refrigerantes, garrafinhas de iogurte e pequenos brinquedos), a garra seria capaz de segurar. Para constatar a habilidade da garra em segurar objetos delicados, foi realizado o teste com um ovo. As Figuras 6 e 7 demonstra, a habilidade da garra em segurar uma tampa de refrigerante e um ovo, respectivamente.

Figura 6: Garra robótica agarrando uma tampa de refrigerante.



Fonte: O autor.

Figura 2: Garra robótica manipulando um ovo.



Fonte: O autor.

Os testes realizados demonstraram que as garras de materiais complacentes se ajustam passivamente a objetos de diversos formatos, porém uma dificuldade foi encontrada, a manipulação de objetos pesados. O objeto mais pesado que a garra conseguiu segurar, pesa aproximadamente 104 g.

IV. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos é possível inferir que os *soft grippers* conseguem manipular uma ampla gama de objetos, dos mais variados tamanhos e de formatos incomuns, e também foi verificado que os *soft robots* são ideais para manipular objetos frágeis e delicados.

Um obstáculo a se vencer são os objetos pesados, pois a garra não consegue ter uma aderência fixa ao objeto. Estudos são elaborados demonstrando a possibilidade de reforçar a garra com uma estrutura de origami, para que seja possível levantar objetos de até 1.000 (mil) vezes o seu próprio peso.

Foi possível visualizar que, para pegar diferentes tipos de objetos com a garra não foi necessário fazer uma nova programação, pois suas pinças se adaptaram às diferentes formas, passivamente, fazendo com que em muitos casos não seja necessário usar sensores já que a flexibilidade da pinça compensa, com sucesso, as diferentes formas.

Em futuros trabalho é interessante realizar a incorporação de sensores, a fim de aumentar o potencial de manipulação da garra robótica e possibilitando que o robô tome decisões mais complexas, baseadas nos atributos do objeto, permitindo que as garras complacentes respondam ao ambiente aumentando a área de aplicação de *soft grippers*.

Por derradeiro, conclui-se que no campo da robótica haverá uma integração dos robôs convencionais e os *soft robots*, trazendo mais segurança nas interações devido à adaptação dos *soft robots*.

REFERÊNCIAS

- [1] RUS, DANIELA, TOLLEY, MICHAEL. *Design, Fabrication and Control of Soft Robots*. Nature 521, no. 7553, 27 de maio de 2015: 467–475.
- [2] PLATBROOD, F., GÖRNEMANN, O. *Safe Robotics – A Segurança em Sistemas Robóticos Colaborativos*, 2018.
- [3] COSSOLINO, L.C E PEREIRA A.H.A. *Módulos elásticos: visão geral e métodos de caracterização*, 2010.
- [4] ORMINDO, T. V., ALVES, R. C. N., FRAGOSO, P. E., VIDAL, L. C. *Aplicações de Robôs Industriais com Garras Mecânicas*, 2015.
- [5] FRAŚ J., MACIAŚ M., CZUBACZYŃSKI F., SAŁEK P., GŁÓWKA J. *Soft flexible gripper design, characterization and application*, 2016.
- [6] SHINTAKE, J., CACUCCILO, V., FLOREANO, D., SHEA, H. *Soft Robotic Grippers*, 2018.
- [7] LEITCH, AIDAN Print-in-Place Robotic Gripper. Acedido em 21 de Novembro de 2018, em: <https://www.instructables.com/id/Print-in-Place-Robotic-Gripper/>