

MANNA BUCKY-ARM

Vitor Hideo Nanya Hiura¹ (PIBIC/FA/UEM), Rodrigo Hubner², Linnyer Beatrys Ruiz Aylon³ (Orientadora). E-mail: ra122674@uem.br.

¹Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Maringá, PR. ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ³ Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Engenharias / Bioengenharia

Palavras-chave: Prótese Biônica; Sinais mioelétricos; Acessibilidade.

RESUMO

O projeto de pesquisa Manna Bucky-ARM visa a criação de um protótipo paramétrico de próteses biônicas operada por sinais mioelétricos a ser oferecida para pessoas amputadas como uma solução intermediária até a chegada de uma prótese definitiva. O projeto tem um apelo social, é disruptivo e tem compromisso com a pesquisa em diversas áreas do conhecimento, entre elas, soluções para a Internet do Nada, uma tecnologia para a era pós-smartphones. Neste projeto, um protótipo vem sendo desenvolvido com o auxílio de softwares de modelagem 3D. A estrutura do protótipo foi desenvolvida em impressora 3D e conectada ao sistema de eletromiografia (EMG). O Manna Bucky-ARM demonstrou eficácia ao decodificar os sinais de EMG e transferi-los para que a prótese reproduzisse os movimentos corretos dos dedos. O Manna Bucky-ARM, além de um resultado de pesquisa é também um Manna KDT (Kit Delivery de Tecnologia) usado em eventos, microcredenciais e exposições para compartilhar o conhecimento com estudantes de escolas públicas e com a comunidade.

INTRODUÇÃO

O Manna Bucky-ARM se apresenta como uma solução para pessoas que sofreram amputação dos membros superiores. No período de 2010 a 2019, um estudo revelou que o estado com a menor taxa de amputações de membros superiores foi o Rio Grande do Sul, com uma média de 0,21 casos a cada 100.000 habitantes. Em contraste, o estado do Acre apresentou a maior incidência, registrando cerca de 2,38 casos de amputações de membros superiores por cada 100.000 habitantes (JORGE et al, 2020). Considerando todas as áreas envolvidas com o desenvolvimento de uma prótese biônica, a modelagem 3D vem ganhando destaque e relevância. Seu uso está se tornando mais frequente, acompanhado pelo contínuo emprego das impressoras 3D em diferentes aplicações.

Uma técnica de modelagem bastante utilizada para peças que necessitam de modificações em sua escala é a modelagem paramétrica. Essa técnica se baseia na substituição de medidas numéricas por um parâmetro ajustável, capaz de ser

atualizado com distintos valores. Com isso, as medidas deixam de ser fixas, cedendo espaço a parâmetros variáveis. Essa abordagem confere à modelagem uma considerável flexibilidade e capacidade de personalização. Dependendo da necessidade do projeto, o modelo pode ser totalmente redimensionado automaticamente, via software, inserindo apenas algumas medidas específicas.

Atualmente, a eletromiografia de superfície vem ganhando cada vez mais notoriedade no meio científico e tecnológico, sendo muito utilizada com próteses biônicas pela sua capacidade de captar impulsos elétricos gerados pela atividade muscular e transformá-los em valores numéricos, assim permitindo a leitura da intensidade desses pulsos e os convertendo em movimento (REAZ et al., 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Uma das premissas do projeto é oferecer uma solução que pudesse ser popular. Assim, como resultado das pesquisas, um protótipo foi desenvolvido majoritariamente em impressão 3D (Modelo Ender 3) utilizando como material de impressão, o filamento ABS da cor cinza. Seus mecanismos internos contam com um servo motor MG996R TowerPro, um modelo robusto, pois necessita puxar todos os dedos simultaneamente, realizando a mesma função de cinco servos motores menores e o auxílio de linhas de pesca multifilamento, que executam a retração dos dedos, além do auxílio de molas que realizam a extensão dos mesmos.

Dois dispositivos eletrônicos distintos foram utilizados no projeto. O mais básico contava com: um Arduino UNO, *jumpers*, quatro pilhas AAA e um potenciômetro. O circuito mais completo, sendo esse o modelo final em uma escala aumentada, contém: a placa de eletromiografia, Arduino Leonardo, duas baterias de 9V, eletrodos e garras jacaré.

O protótipo passou por diversas modificações, melhorias e ajustes. Nesses processos foram utilizadas lixas, óleo lubrificante e cola instantânea. Porcas e parafusos auxiliaram na fixação de partes do protótipo e são responsáveis por conectar diversas articulações do protótipo. Além disso, foram utilizados os softwares Fusion 360, Ultimaker Cura, Meshmixer, ThinkerCad e Arduino IDE em todo o processo de fabricação do protótipo.

Basicamente, o projeto foi dividido em duas partes principais sendo uma mais básica e outra que consiste no modelo final. O primeiro protótipo utiliza como base, um projeto já existente, chamado InMoov (INMOOV, 2019). As principais adaptações ocorreram na utilização de um servo motor e na criação de novas vias para os fios que puxam os dedos do protótipo, além dos fios do novo servo motor e, consequentemente, modificações na parte elétrica (circuito e placa de eletromiografia).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os arquivos do projeto InMoov estão em formato STL, o que dificultou o seu uso, bem como as alterações na modelagem. Então, foi realizada a medição das dimensões do servo, com o intuito de encontrar espaço para que o novo motor,

maior que o originalmente utilizado, coubesse na palma da mão do protótipo. Foi preciso também redirecionar os caminhos dos fios desse protótipo, visto que todos os fios precisam ser encaminhados para uma mesma direção. Contudo, esses caminhos tinham uma problemática, eles precisavam chegar ortogonais ao eixo de rotação do motor, para que fosse possível o enrolamento dos mesmos. Duas soluções foram criadas para solucionar esse problema: a modelagem de um enrolador de fios que fosse acoplado no servo motor e a impressão e inserção de dois tubos pequenos para que eles conduzissem os fios da forma requisitada. Novas perfurações também precisaram ser realizadas, tanto para a passagem dos fios quanto para a fixação de outras partes. Recortes nas coberturas da mão também foram feitos para melhorar o encaixe do motor. Tais modificações dificultaram a impressão do protótipo. Conforme a impressão ocorria, os suportes colocados nesses recortes esfriavam, o que ocasionava uma contração do material, que é termoplástico. Este ocorrido causava empenamento da peça resultando em descolamento da mesa de impressão, efeito este conhecido como “Warp”. Um tempo considerável foi utilizado para pesquisar formas de solucionar este problema. Foi modificadas diversas configurações no fatiador (Ultimaker Cura) e então foi possível chegar em uma impressão 3D de qualidade.

Após a parte de modelagem e modificação do projeto, iniciou-se a parte de impressão do projeto e ajustes no protótipo físico. O projeto foi impresso em várias etapas, com o protótipo sendo dividido em muitas partes. Foi necessário dedicar horas de estudos nessa parte do projeto, para adquirir experiência com a impressora 3D e com o fatiador. Este aprendizado resultou em uma peça final de melhor qualidade. Com as peças já impressas, foi preciso realizar ajustes nos encaixes entre elas e um refino no acabamento das mesmas. Testes com um circuito elétrico simplificado foram realizados para garantir que o movimento fosse feito de forma correta e que não forçasse os fios. Com a ajuda do circuito com potenciômetro, foi medido o ângulo máximo que o eixo do motor deveria rotacionar para que os dedos se fechassem de forma satisfatória. Chegou-se em um valor de 170° e constatou-se um movimento fluido dos dedos.

A parte eletrônica foi finalizada e testada nos laboratórios do Manna UTFPR de Campo Mourão, isso inclui tanto a placa de eletromiografia como o circuito eletrônico, uma vez que o Manna UEM ainda não dispõe desses equipamentos. Com a junção do protótipo físico e o projeto eletrônico, a primeira parte do projeto Manna Bucky-ARM foi finalizada. Com o primeiro protótipo funcionando corretamente, iniciou-se a segunda parte do projeto, conhecido como a “parametrização da prótese”. Em um primeiro momento, esboços à mão foram feitos para melhor entendimento. Após esta etapa, a modelagem paramétrica foi iniciada no software. Peças como os dedos da mão foram as primeiras a serem parametrizadas, pois são partes mais fáceis de se modelar por serem mais simétricas e lineares. Com a experiência adquirida nesse processo, peças mais complexas seriam modeladas com maior facilidade.

Com ambas as partes prontas, a montagem física do protótipo e a parte eletrônica do projeto foram unidas. O movimento do músculo responsável pelo fechamento da mão permite que o sinal mioelétrico seja captado pelos eletrodos e

interpretados pela placa, fazendo com que a intensidade desse pulso seja enviada para o microcontrolador e seja apresentado na tela do computador, por meio de um código no software Arduino IDE. Com os dados obtidos, notava-se que quando a intensidade do sinal ultrapassa um limiar preestabelecido, o fechamento da mão deveria acontecer, ou seja, o motor deveria rotacionar 170°. Constatou-se que essa união funcionou corretamente, atingindo os objetivos do projeto, Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Protótipo fechado.

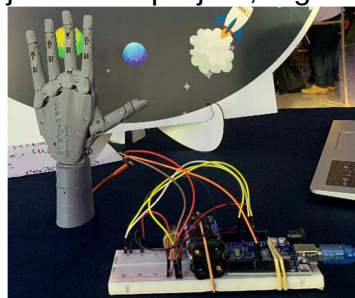


Figura 2 – Protótipo aberto.

CONCLUSÕES

Este trabalho lidou com diferentes desafios e oportunidades de pesquisa para criar uma prótese biônica que pode ser impressa em 3D em qualquer lugar do mundo e instrumentada com hardware e software para ajudar pessoas. A prótese paramétrica responde a sinais mioelétricos de superfície, efetuando ação coordenada de abertura e fechamento simultâneo dos dedos e outras funções poderão ser acrescentadas. Além dos resultados da pesquisa e também do potencial para inovação, o projeto Manna Bucky-ARM tem sido usado para popularizar o conhecimento e estimular a participação de jovens na área.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Ecossistema Manna, Fundação Araucária de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (F.A.) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil pelo apoio neste trabalho.

REFERÊNCIAS

INMOOV. Inmoov. 2019. Disponível em: <<http://inmoov.fr/gallery-v2/>>. Acesso em: 10 agosto. 2023.

JORGE, Amanda Rosa Ferreira. Dados epidemiológicos nacionais de amputação e proposta de dispositivo para treinamento de usuários de próteses de membro superior. 2020. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

REAZ, M. B. I.; HUSSAIN, M. S.; MOHD-YASIN, F. **Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications**. In: Biological Procedures Online: Springer Nature, 2006. v. 8, n. 1, p. 11-35.