

INTERFACE HOMEM-MÁQUINA INTELIGENTE BASEADA EM BOTÕES INSTALADA EM UMA MULETA

Mailson Ribeiro Santos, UFRN, mayllsonribeiro@hotmail.com

Daniel Silva de Moraes, UFRN, danielmoraes@outlook.com.br

Márcio Valério de Araújo, UFRN, marcio@ct.ufrn.br

Pablo Javier Alsina, UFRN, pablo@dca.ufrn.br

***Resumo:** O trabalho desenvolve uma Interface Homem-Máquina (IHM) baseada em botões implementada em uma muleta, do tipo canadense, e sem fios para uma Órtese Ativa de Membros Inferiores (OAMI) denominada Ortholeg desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Esta interface é utilizada pelo usuário para selecionar diversos comandos de uma OAMI. Foram utilizados módulos RF, microcontrolador, botões de pressão e LEDs. Para validar a IHM foram feitos testes com os comandos de sentar e levantar, mostrando dessa forma que a utilização dessa interface é viável.*

***Palavras chave:** IHM, muleta, órtese ativa, microcontrolador.*

1. INTRODUÇÃO

Alguns dispositivos robóticos podem ser utilizados para a locomoção de pessoas, como é o caso das órteses ativas para membros inferiores. Diversas OAMIs necessitam de equipamentos para auxiliar o usuário na realização de vários movimentos, como: sentar, levantar, andar, subir e descer degraus. De acordo com O'Sullivan (2004), bengalas, muletas e andadores são os dispositivos de auxílio mais utilizados. Tais dispositivos são muito úteis pelo fato de minimizarem a descarga de peso como também contribuem para o estabelecimento do equilíbrio corpóreo, garantindo dessa forma mais segurança.

As OAMIs são controladas por Interfaces Homem-Máquina (IHM) que podem ser baseadas em comandos de voz, que possibilita a utilização de órteses ativas por pacientes com alto grau de distrofia muscular (Barbarine, 2008); sinais mioelétricos, relatado por Fleischer *et al.* (2008) a utilização de sinais musculares para controle de exoesqueletos; sinais oculares, que captam os sinais provenientes dos movimentos dos olhos capturados por eletrodos; movimentos do corpo; a órtese REX possui uma IHM controlada por joystick, que dar liberdade para o paciente utiliza-la sem o auxílio de muletas (REX BIONICS); botões, onde Shamaei (2013) apresenta órtese que é acionada por um tipo de controle feito com botões, e entre outras. Essas interfaces devem permitir ao usuário uma maior autonomia, conforto, confiabilidade e segurança.

Já existem trabalhos onde as muletas estão sendo utilizadas como IHM, alguns deles utilizam fios para enviar o comando selecionado para a órtese, como a desenvolvida por Moraes *et al.* (2014). A ideia neste trabalho é apresentar uma IHM baseada em botões instalados em uma muleta com comunicação sem fio para acionar uma órtese ativa para membros inferiores denominada Ortholeg, desenvolvida na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

A IHM deste trabalho é a evolução da interface desenvolvida por Moraes *et al.* (2014), tendo agora algumas vantagens em relação a anterior, como: comunicação sem fio, que permite maior mobilidade para quem a usa, possui display de LEDs para informar o movimento selecionado, a muleta recebe informações de carga de bateria e possui um vibracall para sinalizações. Além disso, a interface é instalada em apenas uma muleta, apesar do usuário utilizar duas para manter o equilíbrio.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta de IHM inteligente consiste na implementação de uma muleta, do tipo canadense, com mecanismo de acionamento da órtese Ortholeg através de dois botões. Foram utilizados os seguintes materiais:

- Microcontrolador
- 2 Botões de Pressão
- 1 Muleta Canadense
- Transmissor e receptor RF
- 5 LEDs
- 1 Bateria recarregável
- 1 Vibracall

Os botões são conectados a um microcontrolador, que faz a comunicação com o sistema embarcado da órtese por meio de comunicação RF (Fig. (1)). Os botões acionam os movimentos de levantar, sentar, andar, parar, subir e descer degraus, no qual o primeiro botão tem a função de selecionar o movimento e o segundo de enviar o comando. Esses movimentos são representados por uma série de pulsos elétricos, como pode ser visto na Tab. (1).

Tabela 1. Pulsos elétricos de acordo com o movimento.

Movimentos	Pulsos
Andar	1010
Parar	1011
Sentar	1100
Levantar	1101
Subir degraus	1110
Descer degraus	1111

A interface também apresenta dois mecanismos de notificação ao usuário, o primeiro é composto por um display composto por 5 LEDs, sendo 4 para representar os movimentos da órtese e o outro para informação sobre a carga da bateria. Quando o botão utilizado para selecionar os movimentos é pressionado um LED começa a piscar, informando ao usuário que determinado movimento foi selecionado, já o segundo mecanismo de notificação é composto por um vibracall que é acionado instante antes da órtese iniciar um movimento.

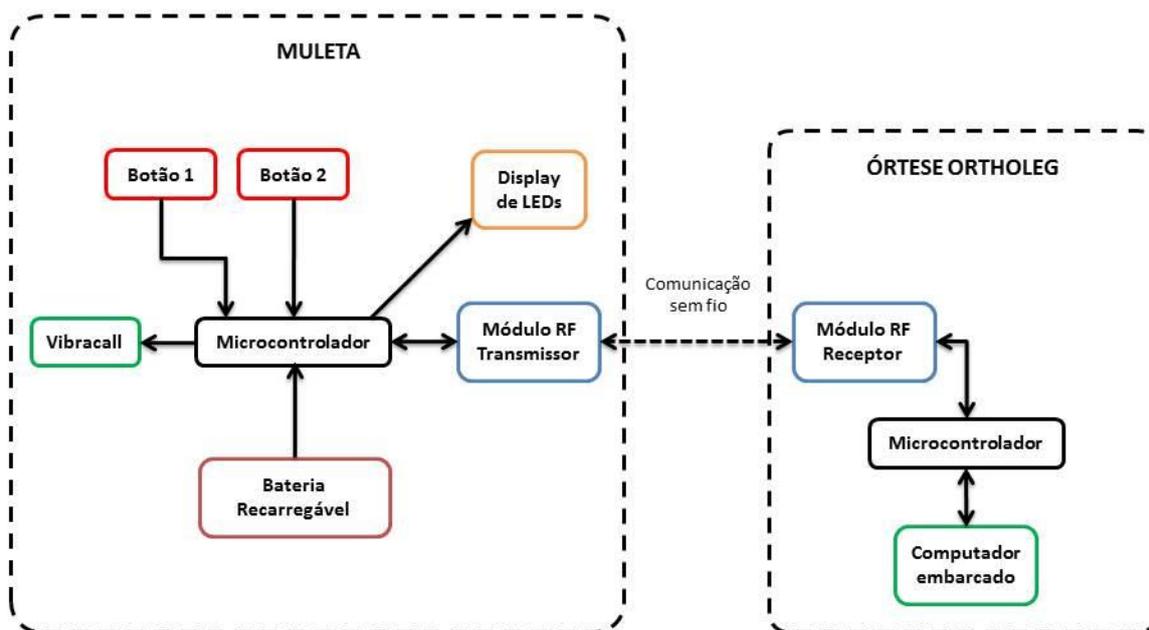


Figura 1. Arquitetura de Hardware.

Para maior segurança do usuário foi implementado restrições de acionamento, desta forma o sistema identifica o atual estado da órtese e o usuário só tem a permissão de selecionar um movimento coerente, por exemplo, quando o usuário estiver sentado não poderá selecionar o movimento de caminhar, pois para iniciar este movimento é necessário primeiro levantar.

Foi desenvolvido um shield que é adicionado ao microcontrolador localizado na muleta, nesta placa foram conectados os fios dos botões e o vibracall. Para comunicação entre a interface e o sistema embarcado foram adicionados dois módulos RF (transmissor e receptor), no qual o primeiro foi conectado ao microcontrolador localizado na muleta e o segundo conectado ao sistema embarcado da órtese. Para alimentação do microcontrolador foi utilizada uma bateria recarregável, permitindo que a muleta fique livre de fios e dando maior autonomia de movimentação ao usuário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Universidade Federal do Rio Grande do Norte foi desenvolvida pelo grupo de Robótica e Sistemas Dedicados do Departamento de Computação e Automação (DCA/UFRN) uma OAMI chamada de Ortholeg, com atuadores elétricos nas articulações do quadril e do joelho. Para acionar essa órtese foi desenvolvida uma IHM baseada em botões instalados em uma das muletas do usuário. As muletas são utilizadas para garantir o equilíbrio e aumentar a segurança dos movimentos realizados pela órtese Ortholeg. A Figura (2) mostra a imagem de uma pessoa com a IHM em uso.



Figura 2. Usuário utilizando a órtese ativa para membros inferiores Ortholeg com a IHM baseada em botões nas muletas.

Após o desenvolvimento da IHM baseada em botões, ela foi testada na órtese, a princípio para validar sua funcionalidade só foram testados os comandos de sentar e levantar. As Figuras (3) e (4) apresentam os gráficos do sinal elétrico correspondente a um determinado botão acionado pelo usuário da órtese, os ângulos das juntas ativas foram plotados para indicar que depois da seleção do comando houve de fato o movimento esperado.

Ao pressionar o segundo botão (enviar comando), foi gerado um pulso elétrico - ver Fig. (3) - de curta duração e tensão de aproximadamente 5V no microcontrolador, que dependendo do estado da órtese, será enviado um conjunto de pulsos para o computador embarcado, que nesse caso foi interpretado como “levantar”, pois o estado da órtese estava “sentada” - ângulo do joelho e do quadril iguais a 90° , ver Fig. (3b). Após alguns segundos, as articulações dos joelhos e quadril adquiriram um ângulo de aproximadamente zero grau (0°), mostrando que o indivíduo está na posição ortostática - ver Fig. (3b). Esse intervalo de “ação e reação” que dura aproximadamente 1 segundo serve para que o usuário possa se preparar para o movimento solicitado, sendo informado pelo vibracall que ocorrerá uma ação.

Ao pressionar novamente o segundo botão, um pulso elétrico é gerado - ver Fig. (4a) - e ocorrendo o mesmo processo descrito anteriormente é interpretado como “sentar” (pois a órtese estava em pé), depois do tempo de “ação e reação” a órtese começa a realizar o movimento variando os ângulos do joelho e do quadril - ver Fig. (4b) - até a posição de 90° (totalmente sentada).

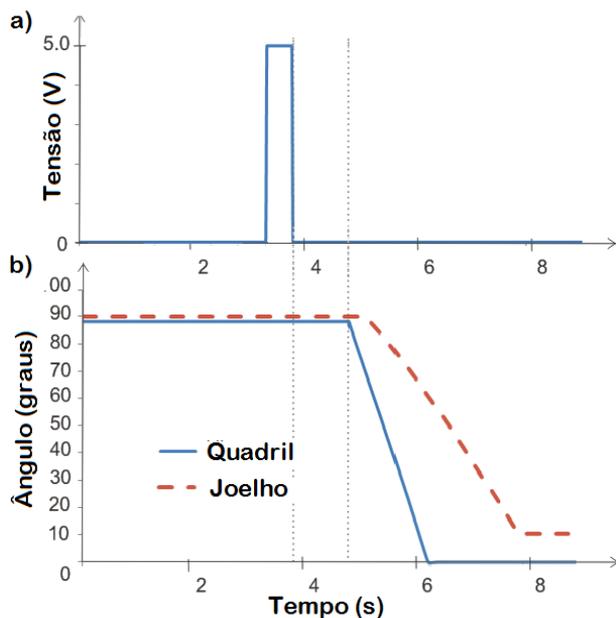


Figura 3. Comando de levantar: (a) Comando digitalizado no microcontrolador; (b) Valores dos ângulos das articulações do joelho e do quadril, em função do tempo.

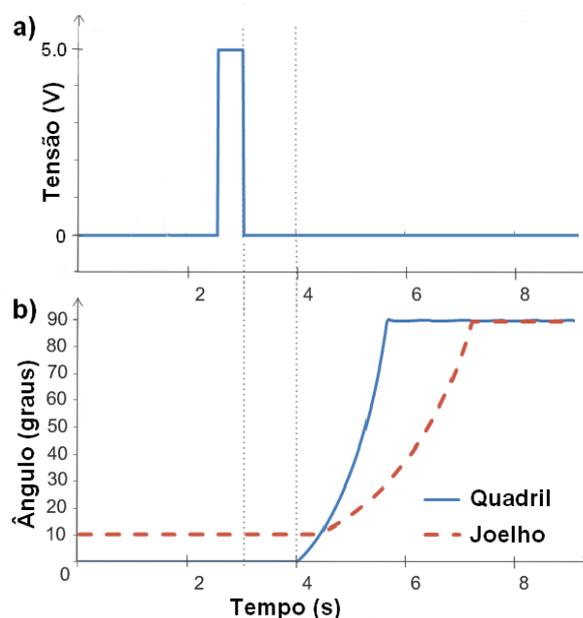


Figura 4. Comando de sentar: (a) Comando digitalizado no microcontrolador; (b) Valores dos ângulos das articulações do joelho e do quadril, em função do tempo.

A utilização dessa interface permite ao usuário ter maior praticidade na escolha dos comandos, pois está ao alcance de suas mãos. Diferente de outras interfaces, como a que utiliza bracelete, que a pessoa tem que deixar de se apoiar nas muletas para selecionar os movimentos e podendo ser provocado o desequilíbrio e possível acidente com a órtese.

4. CONCLUSÃO

Com os resultados, obtemos que a IHM que propomos mostrou-se satisfatória, tanto por sua funcionalidade simples e quanto ao seu baixo custo. Dessa forma, novos estudos estarão sendo feitos pelo grupo de Robótica para o desenvolvimento dessa interface e de novas que possam ser utilizadas na Ortholeg. Isso permite também encontrarmos novas formas de construção e de barateá-las, bem como simplificá-las, para que a população tenha acesso fácil ao equipamento.

5. REFERÊNCIAS

- Barbarini, E. S., 2008, "Aplicações de um sistema de comando por voz e um software de controle na engenharia de reabilitação", 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Blicher, J. U.; Nielsen, J. F., 2009, "Cortical and spinal excitability changes after robotic gait training in healthy participants", *Neurorehabil Neural Repair*. Vol. 23, n. 2, p. 143-9.
- Fleischer, C.; Hommel, G., 2008, "A Human - Exoskeleton Interface Utilizing Electromyography". *Robotics, IEEE Transactions on*, vol.24, no.4, pp.872,882, ago.
- Martins, R.R.; Prudente, C.O.M., 2012, "Efeitos do treino de marcha eletromecânico e órtese robótica na reabilitação do paciente com lesão medular", 7ª Mostra de Produção Científica da Lato Sensu. PUC Goiás. ISSN: 2176-0705. 2012.
- Merrett, G. et al., 2009, "An instrumented crutch for monitoring patients' weight distribution during orthopaedic rehabilitation" *Proceedings of the Eurosensors XXIII conference*. Lausanne Suíça. 21 nov. 2014, <http://eprints.soton.ac.uk/268426/5/eurosensors09_merrett.pdf>.
- Morais, S.M.; Soares, L.C.; Santos, M.R.; Araújo, M.V.; Alsina, P.J., 2014, "Interface Homem-Máquina baseada em botões para uma órtese robótica", Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação.
- O'Sullivan, S.B.; Schmitz, T.J., 2004, "Fisioterapia: avaliação e tratamento", Barueri, Editora Manole.
- REX BIONICS. "Why rex?", Rex Bionics Ltd. Disponível em: <<http://www.rexbionics.com/>>. Maio 2014.
- Shamaei, K.; Napolitano, P. C.; Dollar, A. M. A quasi-passive compliant stance control Knee-Ankle-Foot Orthosis. *Rehabilitation Robotics (ICORR)*, 2013 IEEE International Conference on , vol., no., pp.1,6, 24-26 June 2013.

6. ABSTRACT

The work develops a Human-Machine Interface (HMI) based on implemented buttons on a crutch, Canadian type, and wireless for an Active Orthosis for Lower Limbs (AOLL) called Ortholeg developed at the Federal University of Rio Grande do Norte. This interface is used by the user to select various commands of an AOLL. Were used RF modules, microcontroller, push buttons and LEDs. To validate the HMI were carried tests out with the command sit and stand up, thereby showing that the use of this interface is viable.