

DISPOSITIVO MODULAR PARA INTERFACE HOMEM-MÁQUINA DE KIT DE MOTORIZAÇÃO DE BAIXO CUSTO APLICÁVEL A CADEIRAS DE RODAS CONVENCIONAIS

KAYRO BORGES MARIANO¹, OSVANDRE ALVES MARTINS²

¹ Graduando em Engenharia Elétrica do IFSP - câmpus Votuporanga, kayro.mariano@aluno.ifsp.edu.br

² Professor do EBTT do IFSP - câmpus Votuporanga, osvandre@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 9.32.00.00-5 Robótica, Mecatrônica e Automação

Apresentado no
10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP
27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: As Tecnologias Assistivas visam oferecer condições inclusivas a pessoas com deficiência e o seu custo, em muitos casos alto, pode acabar interferindo em sua acessibilidade. Um exemplo são as cadeiras de rodas motorizadas e diante do desafio de ampliar o seu acesso a um conjunto mais amplo de usuários na sociedade, encontra-se em andamento um projeto de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação envolvendo o IFSP (Instituto Federal de São Paulo) e a Rede de Reabilitação Lucy Montoro. Este projeto foca na concepção e elaboração de um kit de motorização de baixo custo para cadeiras de rodas convencionais e em seu contexto há a necessidade de atender a requisitos de Interface Homem-Máquina (IHM) considerando diferentes níveis de deficiência dos possíveis usuários. Apresentam-se informações sobre o andamento de trabalhos inerentes ao projeto e a implementação de uma solução em hardware e software integrados que representa o módulo de IHM do kit proposto. Resultados quanto a especificação, projeto e prototipagens deste módulo de sistema podem ser observados, indicando o avanço da equipe rumo ao alcance dos objetivos propostos.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia Assistiva, Interface Homem-Máquina, Desenvolvimento Modular de Sistema.

MODULAR DEVICE FOR HUMAN-MACHINE INTERFACE OF A LOW-COST MOTORIZATION KIT FOR CONVENTIONAL WHEELCHAIRS

ABSTRACT: The Assistive Technologies aim to offer inclusive circumstances to disabled people, and their cost, sometimes expensive, may interfere in their accessibility. Motorized wheelchairs are samples of them, and facing the challenge of to increase the access to them by a wider number of users in the society, a Research, Development and Innovation Project involving the IFSP (Instituto Federal de São Paulo) and the called Lucy Montoro Rehabilitation Network is in progress. Such project has focus in the conception and elaboration of a low-cost motorizing kit for conventional wheelchairs and in its context, it has the need for meeting requirements of Human-Machine Interface (HMI) taking into account different physical disability levels of the possible users. This text presents information about the execution of inherent tasks about the design and the implementation of an integrated hardware and software solution that represents the proposed kit's HMI module. Results related to the specification, design, and prototyping of that system module can be assessed, indicating the advance of the team to reach the proposed objectives.

KEYWORDS: Assistive Technologies, Human-Machine Interface, System Modular Development.

INTRODUÇÃO

Segundo Cook e Polgar (2014), Tecnologias Assistivas (TA) são concebidas e desenvolvidas com intuito de diminuir os problemas encontrados por pessoas com deficiência física. As cadeiras de rodas representam um tipo de TA que, segundo Paschoarelli e Menezes (2009), visam oferecer a reintegração dessas pessoas na sociedade e em sua própria individualidade, através do auxílio dado a sua movimentação. A cadeira de rodas motorizada, uma evolução direta dessa tecnologia, veio para trazer maior comodidade e facilidade ao dia a dia do usuário. Contudo, devido a questões de custo,

muitos se veem privados do acesso a elas, em muitos casos, demandando esforço físico não indicado ou auxílio de outra pessoa para locomoção. Frente a este problema, o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) *campus* Votuporanga e a Rede de Reabilitação Lucy Montoro vem somando esforços em um projeto que visa a concepção e o desenvolvimento de um **kit de motorização de baixo custo aplicável a cadeiras de rodas convencionais** capaz de atender as principais necessidades atendidas por produtos existentes no mercado e oferecer acessibilidade a uma maior gama de usuários dotados de diferentes níveis de deficiência (paraplegia, tetraplegia entre outras). O referido kit demanda Interface Homem-Máquina (IHM) que possibilite a leitura de sinais oriundos de diferentes dispositivos de entrada, o processamento adequado destes sinais e a produção padronizada de comandos para o acionamento dos motores. Apresenta-se, portanto, resultados associados ao desenvolvimento de um módulo referente à IHM desse kit.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do kit foi modularizado de forma que equipes com especialidades diferentes se concentram em aspectos diferentes da solução. A FIGURA 1 ilustra a divisão do trabalho entre equipes responsáveis por aspectos diferentes da solução como um todo. Note-se que o módulo de IHM está sob responsabilidade da equipe de Computação para Automação e este considera em sua concepção o suporte a diferentes dispositivos geradores de sinais de entrada de comandos que serão processados, produzindo sinais padronizados de saída para o Módulo de Acionamento e Controle dos Motores. Este último, encontra-se a cargo da equipe de trabalhos em Eletroeletrônica, que também se encarrega de questões associadas a energização. Dispositivos de fixação e adaptadores para a devida instalação do kit na cadeira de rodas, estão sob responsabilidade de uma equipe na área de Mecânica.

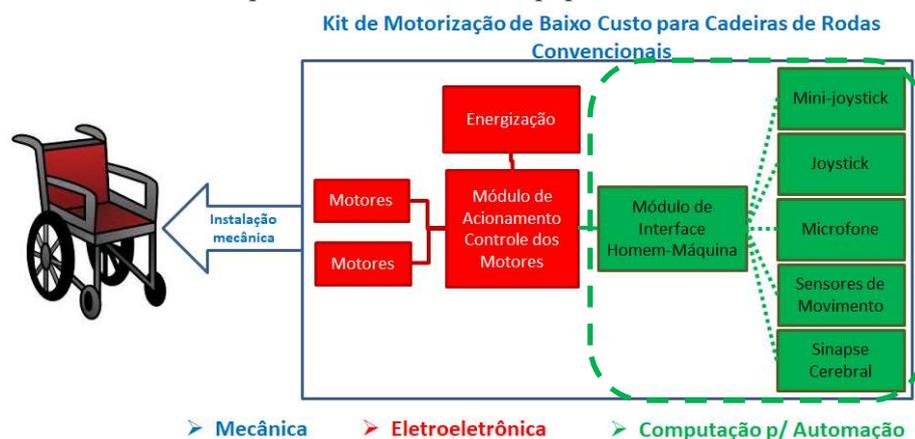


FIGURA 1: Divisão de trabalho e módulos do Kit de Motorização e Cadeiras de Rodas Convencionais.

Por se tratar de um Projeto de PD&I, a metodologia do trabalho científico, nos moldes apresentados por Severino (2002), é empregada em conjunto com métodos e técnicas de desenvolvimento ágil de projetos de sistemas, mais especificamente a metodologia SCRUM SCRUMSTUDY (2016) de gerenciamento.

O Módulo de Interface Homem-Máquina, em sua unidade central, pode ser representado por um chassi capaz de abrigar e proteger placas, componentes e conexões, facilitando a instalação e o manuseio em eventuais manutenções.

Em termos de materiais, principalmente referentes a tecnologias para implementação do módulo de IHM, consideram-se alternativas a começar pelo joystick que, notadamente, pode possibilitar um controle preciso de cadeiras de rodas, conforme percepção a partir de sua aplicação na Medicina conforme demonstrado na patente “Conjunto de controladores joystick para instrumentos cirúrgicos” Koch, Baber e Leimba (2016) . Outras tecnologias de possível aplicação são: botões direcionais “D-pad” (*Directional Pad*), semelhantes aos utilizados em controles de videogames; microfones para comando por voz, a exemplo de sua aplicação em comandos de cadeiras de rodas por Miller, Brown e Randolph (1985); e conversores de sinais Analógico-Digital para leitura de sinapses neurais, como nos trabalhos de Alcantara (2006) e de Kodjabachian e Meyer (1998).

Baseado no projeto apresentado no memorial descritivo do Projeto Interface Óculos-Mouse (IOM) de Wotech – Research Group of Wearable Technology (2017), verificou-se que o módulo MPU9250 representa uma tecnologia viável à implementação de dispositivo de controle/comando da cadeira de rodas a partir de movimentos com a cabeça. Para tanto, ele pode ser acoplado a um óculos, tiara, ou qualquer outro suporte. Trata-se de um módulo eletrônico que integra em uma única placa, acelerômetro e giroscópio, capazes de captar movimentos nos eixos x e y. Estes podem ser interpretados, produzindo sinais de acionamento dos motores.

Com base em mini-joysticks, uma outra opção de dispositivo de controle/comando oferece a capacidade de se pilotar a cadeira de rodas utilizando apenas um dedo, a boca ou o queixo. No caso das últimas alternativas citadas, o projeto *Mouth Operated Mouse* (2015) tem servido como inspiração e base fundamental.

Em abordagens anteriores considerando o comando da cadeira por voz utilizou-se uma combinação de módulo de reconhecimento de voz V3 e microfone de alta sensibilidade, porém, verificou-se baixa tolerância a ruídos externos, fato que levou à necessidade de explorar alternativa baseada em Smartphone com sistema Android e bibliotecas de reconhecimento de voz internas a este sistema. O reconhecimento de comando passa a ser realizado em aplicativo específico no celular do cadeirante e o comando é transmitido, via Bluetooth (IEEE 802.15), ao módulo de IHM em desenvolvimento. Este interpreta o comando e emite os sinais para o módulo de acionamento de motores.

A gama de dispositivos se refere a tecnologias de leitura de sinais de entrada de dados, os quais precisam ser processados, adequadamente, para produzir saídas na forma de comandos padronizados a serem interpretadas por um módulo de comando de motores atualmente em desenvolvimento por outra equipe associada ao projeto do kit de motorização citado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma análise dos requisitos da IHM e a partir dessa análise concebeu-se uma arquitetura de solução para o Módulo de IHM. O diagrama ilustrado na FIGURA 2 representa um resultado de atividades de projeto (desenho) e detalha a arquitetura de sistema envolvendo seus elementos em hardware, software e tecnologias de comunicação. Note-se blocos que representam os dispositivos em hardware (<<Dispositivo>>). Alguns se encontram conectados uns aos outros por ligação direta. Note-se também a presença de interfaces (<<Interface>>), representando pontos de conexão plugáveis, principalmente quanto ao dispositivo gerador de sinal de pilotagem da cadeira de rodas, quanto ao módulo de acionamento de motores em desenvolvimento pela equipe de Eletroeletrônica.

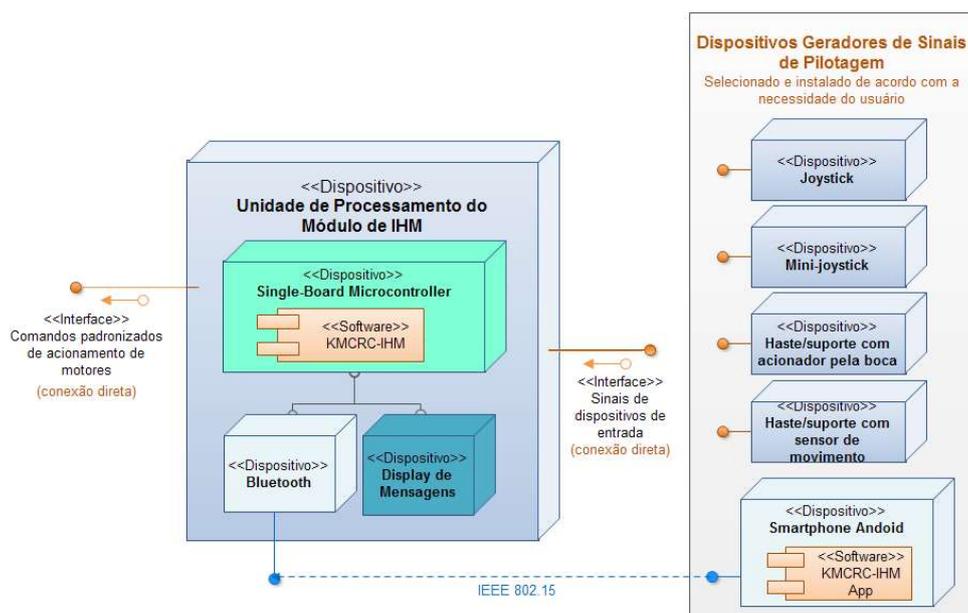


FIGURA 2: Arquitetura de sistema para o Módulo de IHM do Kit de Motorização para Cadeiras de Rodas Convencionais.

Ainda no diagrama de documentação da arquitetura de sistema da solução projetada, note-se que alguns dispositivos possuem unidades de software embarcado. Estas unidades se referem ao software de processamento de sinais em microcontrolador e o software na forma de aplicativo Android para reconhecimento de comandos de voz.

De posse de desenhos da solução, uma série de protótipos foram concebidos e implementados, inclusive se apoiando na tecnologia de impressão 3D. A FIGURA 3 ilustra os protótipos em hardware concebidos e implementados até o momento. Note-se a Unidade de Processamento do Módulo de IHM dotada de tela para exibição de mensagens (Display OLED), as interfaces de entrada e de saída de sinais e uma série de dispositivos geradores de sinais de pilotagem (1-Joystick - para cadeirante com movimento de mão e punho; 2-Mini-joystick – para cadeirante com movimento apenas dos dedos; 3-Dispositivo com haste para acionamento com a boca; 4-suporte auricular com sensor de movimento da cabeça; e 5-Smartphone a ser empregado com aplicativo de reconhecimento de voz.

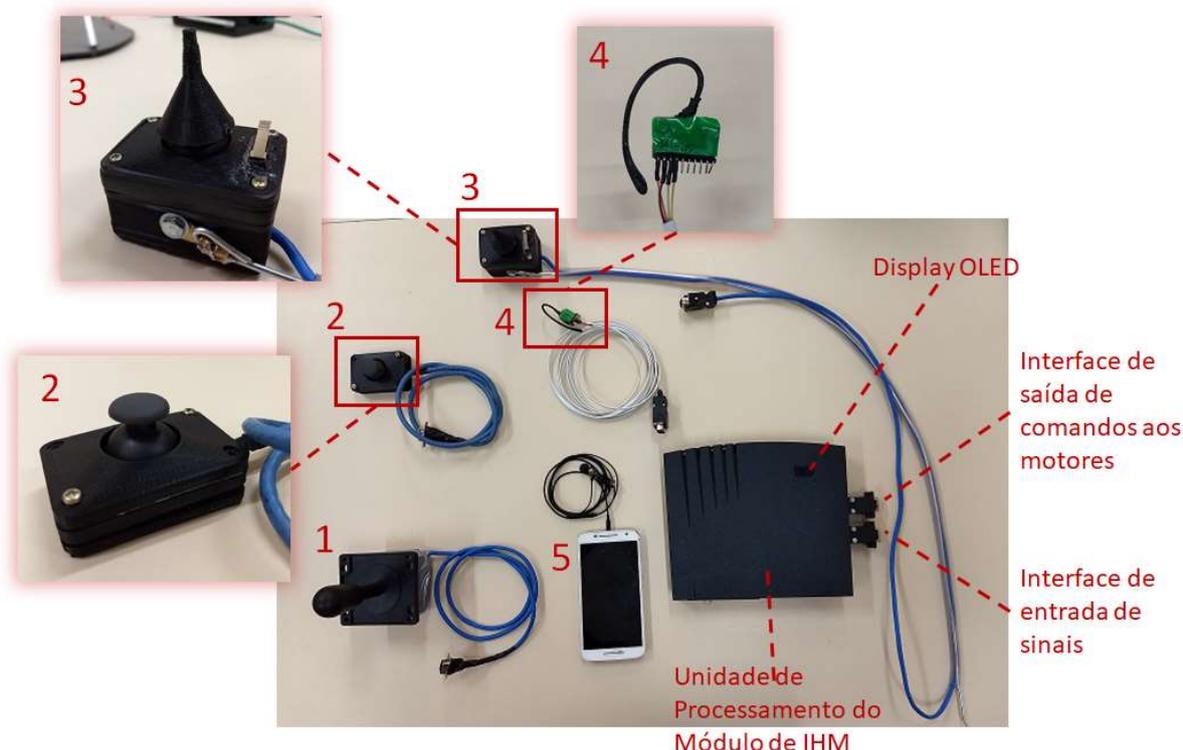


FIGURA 3: Protótipos em hardware dos dispositivos da arquitetura do Módulo de IHM do do Kit de Motorização para Cadeiras de Rodas Convencionais.

Acredita-se que o desenvolvimento da solução, em termos de hardware, se encontra evoluindo de forma satisfatória. Uma placa de circuito referente à Unidade de Processamento do Módulo de IHM, foi implementada, possibilitando o processamento de sinais de todos os dispositivos geradores prototipados. Dispositivos geradores de sinais de pilotagem se encontram em fase de refinamento. Salienta-se que o desenvolvimento do dispositivo de leitura de sinapses cerebrais, ilustrado na FIGURA 1, foi postergado a trabalhos futuros devido ao seu nível de complexidade.

Acredita-se que os resultados parciais das prototipagens ofereceram base satisfatória para a realização dos próximos passos rumo à obtenção de uma solução definitiva na forma de dispositivo instalável, configurável e plenamente funcional. Cabe salientar que os comandos a partir de Joystick foram os mais explorados até o momento de forma integrada com o controlador de motores.

Os próximos passos se referem a refinamentos e ajustes dos projetos apresentados, bem como avanços, principalmente na porção de software embarcado, integração e testes.

Continuam-se os trabalhos no sentido de explorar e integrar, efetivamente, o controle por voz, seguido do controle por sensores de movimento. Neste sentido, os trabalhos de Gonçalves (2013) e Madeira (2008), se mostram como trabalhos correlatos considerados importantes pela equipe.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em termos de projeto e prototipagem da solução proposta representam elementos importantes e viabilizadores ao alcance dos objetivos estabelecidos. As implementações em software foram iniciadas e serão intensificadas a partir então, principalmente devido ao fato dos protótipos em hardware estarem disponíveis para testes funcionais. Em testes isolados constatou-se funcionamento adequado de cada dispositivo gerador de sinal de pilotagem pelo cadeirante, indicando, portanto, o sucesso dos trabalhos de desenho da solução. Os próximos passos se referem a refinamentos e ajustes, bem como avanços, principalmente na porção de software embarcado.

AGRADECIMENTOS

Ao IFSP, pelo PIBIFSP, à Unidade Fernandópolis da Rede de Reabilitação Lucy Montoro e à AAMFER – Associação de Amigos do Município de Fernandópolis, pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, F. M. Monitoramento de EEG. 2006. Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://www.up.edu.br/blogs/engenharia-da-computacao/wp-content/uploads/sites/6/2015/06/2006.13.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- COOK, A. M.; HUSSEY, S. M. Assistive Technologies: Principles and Practices. St Louis: Elsevier, 2014.
- GONÇALVES, L. C. M. C. N. Projeto e desenvolvimento de um sistema universal de motorização para acoplamento em cadeira de rodas. 2013. Mestrado em Engenharia Mecânica– Universidade do Minho, Portugal, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/28214>>. Acesso em: 28 jul. 2019.
- KOCH JR., Robert L., BABER, Daniel L., LEIMBACH, Richard L. Joystick switch assemblies for surgical instruments. Ohio. 2016. Disponível em: <<http://www.freepatentsonline.com/9326767.html>>. Acesso em: 11 jul. 2018.
- KODJABACHIAN, J.; MEYER, J.-A. Evolution and development of neural controllers for locomotion, gradient-following, and obstacle-avoidance in artificial insects. volume 9, número 5, 1998. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=712153>>. Acesso em: 6 jul. 2019.
- LEVIN, M. Sh. Modular Systems Design and Evaluation. London: Springer, 2014.
- MADEIRA, P. H. de A. Aplicação do Estudo da Interface Homem Máquina em Cadeiras de Rodas Motorizadas. 2008. Mestrado em Engenharia Mecânica–Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2008. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/264346/1/Madeira_PauloHenriquedeAraujo_M.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.
- MILLER, BROWN E RANDOLPH, G.H, T.E. e W.R. Voice controller for wheelchairs. IFMBE, 1985. Kluwer Academic Publishers. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02455317>>. Acesso em: 27 jul. 2018.
- Mouth Operated Mouse. 2015. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:1090461>>. Acesso em: 17 jul. 2019.
- PASCHOARELLI, L. C.; MENEZES, M. dos S. Design e ergonomia: aspectos tecnológicos. São Paulo: Editora UNESP, 2009. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/yjxnr/pdf/paschoarelli-9788579830013.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2018.
- SCRUMSTUDY. Um guia para o conhecimento em Scrum. Ed. 2016. Phoenix 2016. Disponível em: <<http://www.scrumstudy.com/SBOK/SCRUMstudy-SBOK-Guide-2016-Portuguese.pdf>>. Acesso em: 25 jul. 2016.
- SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: Cortez, 2002.
- WETECH – RESEARCH GROUP OF WEARABLE TECHNOLOGY. Memorial Descritivo IOM versão 1.0. Instituto Federal Sul-rio-grandense: [s.n.]. 2017