

An IoT application for Home Control focused on Assistive Technology

Jamir Alves Peroba
Instituto Federal Rio-Grandense -
WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
perobajamir@gmail.com

Vinicius Kruger da Costa
Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL), Instituto Federal
Rio-Grandense - WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
viniciusdacosta@pelotas.ifsul.edu.br

Andréia Sias Rodrigues
Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL), Instituto Federal
Rio-Grandense - WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
andrea.sias@inf.ufpel.edu.br

Tatiana Aires Tavares
Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL) - WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
tatiana@inf.ufpel.edu.br

Marcelo Bender Machado
Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL), Instituto Federal
Rio-Grandense - WeTech (IFSul)
Pelotas - RS, Brasil
marcelo@ifsul.edu.br

Krishna Ferreira Xavier
Instituto Federal Rio-Grandense -
WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
tsixav@gmail.com

Adenauer Yamin
Universidade Católica de
Pelotas(UCPEL), Universidade Federal
de Pelotas(UFPEL)
Pelotas - RS, Brasil
adenauer@inf.ufpel.edu.br

Rafael Cunha Cardoso
Universidade Federal de Pelotas
(UFPEL), Instituto Federal
Rio-Grandense - WeTech (IFSul)
P.O. Box 15.064-91.501-970
Pelotas - RS, Brasil
rafaelcardoso@pelotas.ifsul.edu.br

ABSTRACT

This paper presents the development of IOM4Home, an IoT (Internet of Things) based application for home environment controlling, specially designed for people with motor disabilities. The main goal is to provide a software/hardware solution that relies on IOM (Interface Óculos Mouse) to control home environments. IOM consists in an Assistive Technology based device used to control a computer in a hands-free way. To achieve this objective, this paper details a proposal composed by two main elements: an assistive Interface designed especially for IOM; and an IoT system to manage and exchange data between the available home domotics and the developed interface. The paper also presents a test scenario, highlighting the main results obtained with the evaluation. Finally, the article presents its conclusions and the future developments of the project.

KEYWORDS

Internet of Things, Assistive Technology, Interfaces, New Interactions, Multisensory, IOM

1 INTRODUÇÃO

Atualmente os avanços tecnológicos têm possibilitado o progresso em diversas áreas de conhecimento. Esta é a realidade da *Internet Of*

Things (IoT), um campo de pesquisa que vislumbra um cenário onde dispositivos de diversas naturezas trocam dados e cooperam entre si, e com seus usuários, para executar as mais diversas tarefas. A IoT busca prover maior autonomia aos usuários na realização de suas atividades cotidianas [5]. Para se ter uma ideia desta evolução, atualmente existem cerca de 13,4 bilhões de objetos conectados a rede. Estima-se que até 2020 este número alcance o patamar de 26 bilhões de objetos conectados na rede. De acordo com Kbar [12], a IoT é um paradigma pelo qual objetos podem ser equipados com capacidades de identificação, monitoramento, comunicação e processamento que permitem que eles se comuniquem entre si, com outros dispositivos ou serviços pela Internet, para atingir determinados objetivos. Estes objetos possuem desde atributos físicos até personalidades virtuais, e utilizam interfaces inteligentes para se comunicar, se tornando capazes de interagir entre si e com o ambiente através de troca de dados. Entre as inúmeras possibilidades existentes a partir da perspectiva IoT, o público formado por pessoas com deficiência física compõem uma parcela da população que pode se beneficiar dos avanços tecnológicos desta área. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 23,9% da população brasileira possui algum tipo de deficiência física [7]. Deste total, 7% relataram alguma forma de deficiência motora, variando desde restrições leves até problemas severos. Tais números revelam a existência de uma quantidade considerável da população que tem restrições para realizar tarefas diárias comuns, como se alimentar ou se comunicar, por exemplo.

Neste contexto, uma área de pesquisa que busca desenvolver soluções que promovam a melhoria da qualidade de vida para pessoas

In: XIV Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica (WTIC 2017), Gramado, Brasil. Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web: Workshops e Pôsteres. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2017.
© 2017 SBC – Sociedade Brasileira de Computação.
ISBN 978-85-7669-380-2.

com deficiência física é a Tecnologia Assistiva (TA). As soluções de TA podem variar muito, podendo ser simples equipamentos de auxílio, como uma bengala a uma aplicação que utilize tecnologias mais sofisticadas.

Um exemplo deste tipo de projeto é o dispositivo IOM (Interface Óculos Mouse) [10], um dispositivo de TA em forma de óculos que permite o controle do computador por pessoas com algum tipo de restrição motora nos membros superiores. O dispositivo IOM consiste em um óculos com sensores embarcados os quais, quando conectados ao computador, transmitem dados para coordenadas do mouse, permitindo assim o seu controle sem a necessidade do uso das mãos. O esquema básico de operação do dispositivo IOM é apresentado na Figura 1.

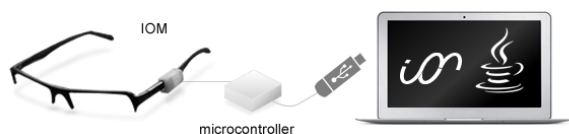


Figura 1: Funcionamento básico do IOM.

Trabalhos anteriores comprovam a viabilidade de uso do dispositivo IOM como uma ferramenta para substituição do mouse no controle do computador [4, 11], contudo apesar de iniciativas como essa, pessoas com deficiência física ainda sofrem com a falta de autonomia para realizar tarefas diárias em casa.

Assim, justifica-se a criação de soluções baseadas em TA, que utilizam conceitos de IoT para diminuir essas barreiras. Desse modo, este trabalho propõe o IOM4Home (*IOM for home*), uma aplicação assistiva que visa permitir que pessoas com deficiência motora (principalmente nos membros superiores), possam controlar os ambientes domésticos em que residem, com maior simplicidade e autonomia, utilizando como meio de interação o dispositivo IOM. O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta alguns trabalhos relacionados. A seção 3 detalha o desenvolvimento do IOM4Home. A seção 4 destaca os primeiros testes executados com o protótipo desenvolvido. A seção 5 finaliza o trabalho, discutindo os resultados alcançados e apresentando os próximas etapas do projeto.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Dos trabalhos relacionado a IoT e TA, com o foco em acessibilidade de tarefas cotidianas por pessoas com deficiência motora, o *smartdisable* [8] é um exemplo de tecnologia que propõe um ambiente de trabalho inteligente. Ele permite que o usuário manipule o computador através de comando de voz por meio de um editor inteligente, tornando assim possível executar diversas tarefas, como usar o telefone ou até mesmo editar documentos e planilhas.

Já o trabalho proposto por Lotte [2] destaca uma interface que diferentes dispositivos de entrada, como telas sensíveis ao toque ou unidades de controle por língua, podem utilizar. O usuário não tem a necessidade de ter alguém para ajudar a utilizar, já que esta interface descobre quais dispositivos estão em determinados ambientes, além de possuir diferentes protocolos de comunicação na rede para vários dispositivos com recursos computacionais relativamente baixos.

No trabalho de Aburukba et al. [1] é proposto um ambiente inteligente com um controle central no qual dispositivos ficam ligados a ele. Esta tecnologia facilita o controle para adicionar e remover dispositivos na rede, onde cada usuário tem uma conta com suas preferências que serão salvas no microcontrolador central. Esta aplicação não possui uma interface gráfica de software, apenas dispositivos de hardware que poderão ser acionados.

Tendo em vista os trabalhos relacionados é possível perceber a falta a interface, que permita o controle dos objetos domésticos como portas, janelas e SmartTV por exemplo, voltada para pessoas com deficiências físicas.

3 DESENVOLVIMENTO DO IOM4HOME

Para definir os principais requisitos que deveriam ser atendidos para a concepção do sistema proposto, alguma ponderações foram realizadas. A ideia central do IOM4Home é utilizar o dispositivo IOM para interagir com uma interface gráfica e controlar os objetos inteligentes da casa. Desta forma, já que a aplicação se destina primordialmente à pessoas com deficiência motora nos membros superiores, um dos requisito que deve ser observado é que a solução deve ser acessível a partir do maior número de dispositivos possíveis, como *laptops*, *Tablets*, TVs ou mesmo *smartphones*. Outro fator bastante relevante é a quantidade de "cliques" necessários para executar tarefas, já que um excesso de movimentações para execução das tarefas pode causar desconforto e fadiga aos usuários. Um terceiro ponto é relacionado a aplicação ser minimamente inteligente, para informar aos usuários quando situações incomuns ocorrerem no ambiente monitorado. Considerando estes requisitos, três pontos principais nortearam a concepção da solução:

- Uso do dispositivo IOM como forma de interação com a aplicação, permitindo o uso do sistema sem a ajuda das mãos;
- A interface gráfica de interação do usuário com o sistema deve ser baseado em tecnologias web, sendo acessível a partir de qualquer dispositivo com um navegador instalado [3];
- Uso de tecnologias e infraestruturas baseada em IoT, para simplificar o processo de instalação e configuração do IOM4Home no cenário proposto.

A partir destes requisitos iniciais, foi possível elaborar a arquitetura do IOM4Home.

3.1 Arquitetura proposta

A arquitetura de alto nível planejada para o IOM4Home é composta pelos seguintes elementos:

- (1) Usuário utilizando o dispositivo de interação IOM;
- (2) Interface web para configuração e acesso aos dispositivos presentes no ambiente;
- (3) *Middleware* que coordena os dispositivos existentes no ambiente e recebe os comandos a partir da interface web;
- (4) Sensores e dispositivos espalhados pela residência.

A interface gráfica web permite configurar, ajustar e monitorar os utensílios domésticos conectados a casa. Esta interface, especialmente desenvolvida para uso primordial do dispositivo IOM, envia mensagens ao módulo de *middleware* (*Broker MQTT*) responsável

por gerenciar a comunicação entre a interface e os dispositivos disponíveis no ambiente. A Figura 2, destaca a arquitetura sugerida, apresentando no centro o *broker* recebendo os dados tanto dos objetos domóticos ou comandos de usuário através da interface web.

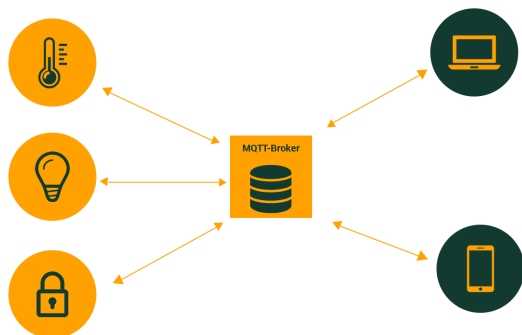


Figura 2: Estrutura geral da aplicação.

As próximas subseções destacam os dois componentes principais da solução: a interface gráfica de interação e o *middleware* de comunicação.

3.2 Interface Gráfica de Interação

Para o desenvolvimento deste módulo do projeto foi utilizado o método de Design Centrado no Usuário (DCU), que se baseia nas necessidades físicas e psicológicas do usuário [9]. Inclui produtos e aspectos do ambiente físico que atendam às necessidades e habilidades do usuário e não há necessidade do usuário se adaptar ao projeto.

De acordo com [6], a metodologia DCU não é um estilo de design, mas sim um processo para projetar e desenvolver produtos que se baseiam em informações sobre as pessoas que vão utilizá-las, uso de resultados de pesquisas e dados sobre habilidades cognitivas, capacidades físicas e limitações, necessidades sociais e os requisitos de tarefas com o objetivo de fornecer soluções para aplicações que sejam de acesso universal, independentemente de idade ou habilidade.

A interface gráfica foi desenvolvida para minimizar as dificuldades e melhorar a Experiência de Usuário (*User eXperience UX*). Visando a simplicidade, as telas foram ordenadas para padronizar os itens, assim reduzindo o número de cliques para chegar no objetivo. A tela inicial apresenta as preferências do usuário, permitindo uma navegação mais rápida em itens mais utilizados. Esta tela inicial apresenta ainda um espaço para notificações sobre itens que eventualmente podem ser algum problema, como por exemplo, temperatura de ar condicionado incomum ou luzes acesas há muito tempo. A Figura 3 mostra a tela inicial.

A tela inicial possui as funcionalidades disponíveis que serão definidas por preferências de cada usuário. A interface gráfica apresenta duas possibilidades de visualização dos dispositivos/funcionalidades disponíveis: por *Função* ou *Ambiente*. Quando selecionada a apresentação por *Ambiente*, todos objetos domóticos existentes em uma determinada peça da casa são apresentados. Isso permite ao usuário



Figura 3: Interface do IOM4Home.

total controle sobre os dispositivos conectados em um ambiente específico no qual ele esteja. Já quando a visualização por *Função* for selecionada são apresentadas todas as categorias de dispositivos existentes, sendo útil em situações em que o usuário busque um panorama geral sobre alguma funcionalidade controlada, como por exemplo, para facilitar o desligamento das luzes da casa.

Na interface gráfica construída para facilitar o uso com o dispositivo IOM, as informações foram distribuídas na tela e acompanhadas de ícones que mudam de cor, com tamanhos maiores para facilitar o clique, com a movimentação do cursor do mouse para iniciar funcionalidades habilitadas ou não.

3.3 Middleware da aplicação

O segundo módulo da aplicação é responsável por gerenciar a troca de dados entre os utensílios disponíveis no ambiente a interface gráfica de interação. A solução utiliza um protocolo IoT denominado MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*¹) para a comunicação M2M (Machine to Machine).

O MQTT é um protocolo de conectividade de IoT que fornece acesso limitado a seus clientes. É projetado para o transporte de mensagens e assinaturas de forma mais leve e simples. Útil para locais onde a largura de banda da rede é reduzida ou conexões remotas, é um protocolo muito utilizado em sistemas IoT, por não exigir de consumo excessivo de energia e largura de banda. Este protocolo é baseado no paradigma de troca de mensagens *publisher/subscriber*, o qual utiliza um elemento central (*broker*) para gerenciar a troca de mensagens. Embora ligado a IBM, O MQTT é um protocolo aberto e é supervisionado pela Organização para o Avanço dos Padrões de Informação Estruturada (OASIS).

Este módulo utiliza o Mosquitto², um sistema de código aberto que implementa o protocolo MQTT e fornece métodos de publicar e subscrever mensagens.

Com relação a plataforma de hardware adotada, o projeto utiliza o Arduino³, uma plataforma *open-source*, baseada em um hardware e software, que por meio de suas entradas analógicas e digitais, podem controlar desde sensores simples a hardwares complexos acoplados em sua estrutura. Possui uma linguagem própria baseada em C e C++ além de uma IDE (*Integrated Development Environment*) para desenvolvimento do software. O Arduino é usado para comunicar

¹<http://mqtt.org/> disponível em Agosto de 2017

²<https://mosquitto.org/> disponível em Agosto de 2017

³<https://www.arduino.cc/> disponível em Agosto de 2017

com a rede, já que possui uma placa de ethernet acoplada, onde os sensores ficam ligados em suas entradas analógicas e digitais, permitindo assim a comunicação com o *broker* de forma direta, sendo que este acesso será de duas formas, publicando os dados ou subscrevendo informações para controle de objetos.

4 EXPERIMENTOS

Para verificar a viabilidade e realizar uma avaliação da solução IOM4Home, foram feitos testes em um cenário proposto de estudo de caso. Sensores de temperatura foram utilizados para reportar estes dados, usando o conceito de IoT para comunicar-se com a interface gráfica assistiva. Com relação aos dispositivos de hardware foram utilizados: uma placa Arduino, um sensor de temperatura digital e o dispositivo IOM, como mostra a Figura 4.

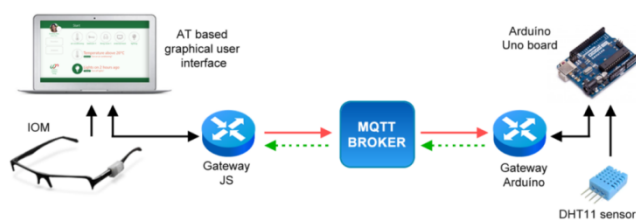


Figura 4: Cenário de testes.

No cenário apresentado o sensor de temperatura e a interface gráfica de interação são conectadas a softwares denominados *gateways*, os quais funcionam como unidades computacionais que executam o software por trocar mensagens com o *broker*. Neste cenário, dois *gateways* foram necessários:

- Um para capturar dados do sensor de temperatura e enviar a informação ao *broker*;
- O segundo responsável por trocar informações entre a interface de interação e o *broker*.

Como forma de validação do contexto, foram realizados testes com usuários típicos⁴ apenas com algumas telas e um sensor para verificar viabilidade da proposta, bem como a disposição de itens para navegação na interface, conforme a Figura 5.

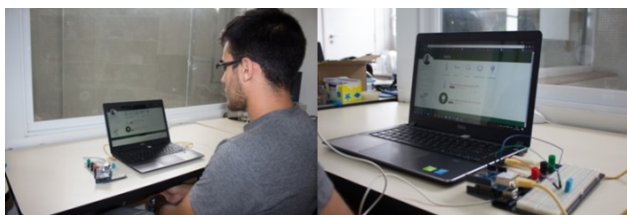


Figura 5: Usuário testando o IOM4Home.

Os testes foram importantes para avaliar o funcionamento da aplicação, além de permitir a percepção de itens que podem ser aprimorados nas próximas versões do IOM4Home. Cinco usuários típicos testaram a aplicação, permitindo verificar a usabilidade da

⁴Usuários típicos são aqueles que não possuem nenhuma deficiência.

interface e monitorar os sensores utilizados. Para melhorar a navegação com o IOM os itens foram dispostos na tela de forma que os botões pudessem ser clicados mais facilmente. Esta disposição dos botões aliada ao redimensionamento dos botões melhorou a performance dos usuários que não tiveram muitos problemas em executar as tarefas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sistemas domésticos normalmente não são desenvolvidos para pessoas do deficiência, não levando em consideração as necessidades específicas deste tipo de público. O IOM4Home tem como objetivo ser uma solução de controle de ambientes inteligentes que auxilie e aumente a autonomia dos usuários com restrição motora ao realizar tarefas cotidianas. A respeito da interface gráfica de interação, foi desenvolvida uma aplicação web responsiva de modo que se adapte a diferentes tamanhos e resoluções de dispositivos. A adoção de tecnologias relacionadas a IoT, como o protocolo MQTT, torna o sistema facilmente extensível, permitindo a sua ampliação para suportar diferentes dispositivos e serviços que entendam este padrão de mensagens.

Apesar do cenário desenvolvido ser pequeno, foi possível alcançar resultados promissores indicando que o projeto é viável. Como próximos passos, está a ampliação de dispositivos disponíveis para criação de um ambiente de teste mais complexo que será aplicado a usuários típicos e atípicos. Também projeta-se a adoção de outras formas de *input* de dados (como comandos por voz), como formas de ampliar as possibilidades de interação dos usuários, diminuindo problemas decorrentes de fadiga ou desconforto no excesso de uso.

REFERÊNCIAS

- [1] Raafat Aburukba, AR Al-Ali, Nourhan Kandil, and Diala AbuDamis. 2016. Configurable ZigBee-based control system for people with multiple disabilities in smart homes. (2016), 1–5.
- [2] Alexandre David Lotte N. S. Andreasen Struijk Yannick Le Moullec Bastien Paul, Séverin Marcombes. 2012. A Context-Aware User Interface for Wireless Personal-Area Network Assistive Environments. (2012).
- [3] José Antonio Camacho-Guerrero and Alessandra Alaniz Macedo. 2013. HTML5, CSS3 and JQuery mobile for intelligent home control. (2013), 9–10.
- [4] Vinicius Costa, Rafael Cardoso, Andreia Rodrigues, Tatiana Tavares, Marcelo Machado, Juliana Peglow, and Krishna Xavier Junior. 2017. Boas práticas para projeto de Interfaces Gráficas de Usuário com interação baseada em movimentos de cabeça. (oct 2017).
- [5] Gartner Says Gartner. 2013. the Internet of Things installed base will grow to 26 billion units by 2020. (2013). <http://www.gartner.com/newsroom/id/2636073>
- [6] Esther Semsei greenhouse. 2010. Human-centered design. (2010). <https://aging.ny.gov/LivableNY/ResourceManual/DemographicAndSocialTrends/19.pdf>
- [7] IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Demográfico 2010. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>
- [8] G Kbar and S Aly. 2014. SMART workplace for persons with DISABiLiTiEs (SMARTDISABLE)(ICMCS). (2014).
- [9] T. Lowdermilk. 2013. *Design Centrado no Usuário: Um guia para o desenvolvimento de aplicativos amigáveis*. Novatec Editora, São Paulo.
- [10] Marcio et al Machado. 2010. Óculos Mouse: Mouse Controlado pelos movimentos da cabeça do usuário. Brazilian Patent INPI n. PI10038213. (2010).
- [11] Andréia Sias Rodrigues, Vinicius da Costa, Márcio Bender Machado, Angélica Lacerda Rocha, Joana Marini de Oliveira, Marcelo Bender Machado, Rafael Cunha Cardoso, Cleber Quadros, and Tatiana Aires Tavares. 2016. Evaluation of the Use of Eye and Head Movements for Mouse-like Functions by Using IOM Device. *Human-Computer Interaction International* (2016), 81–91.
- [12] Andrew Whitmore, Anurag Agarwal, and Li Da Xu. 2015. The Internet of Things - A survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers* 17, 2 (2015), 261–274.