Desenvolvimento de Artefatos de Baixo Custo para Promover um Ambiente de Domótica Assistiva

Danilo da S. Ferreira[1], Gabriela D. S. de Sousa[1], Josivan R. Reis[2], Roberto P. Nascimento[1]

[1]Instituto de Engenharia e Geociências – Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) Santarém – PA – Brasil

[2]Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) – Oriximiná – PA – Brasil

{roberto.nascimento, josivan.reis}@ufopa.edu.br

{danilo.dsf19, gab13ssousa}@gmail.com

Abstract. *In order to provide or expand the necessary skills for people with disabilities or reduced mobility, this work aims to build low-cost artifacts to promote an assistive home automation environment. The artifacts will feature a voice recognition system, which will allow the user to control the automated components through a pronunciation of commands.*

Resumo. *Com o intuito de proporcionar e ampliar habilidades funcionais para pessoas com deficiência ou com mobilidade motora reduzida, este trabalho tem como objetivo a construção de artefatos de baixo custo para promover um ambiente de domótica assistiva. Os artefatos contam com um sistema de reconhecimento de voz, que permite o usuário controlar os componentes automatizados mediante a pronúncia de comandos.*

1. Caracterização do Problema

Em estudo divulgado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em todo o mundo existem, aproximadamente, 1 bilhão de pessoas com algum tipo de deficiência, decorrentes de causas adquiridas ou congênitas. A deficiência varia de acordo com uma complexa combinação de fatores sociais, biológicos, econômicos, entre outros. Em muitas regiões, as crescentes taxas de deficiência estão atreladas ao aumento das lesões e dos problemas crônicos de saúde (diabetes, complicações mentais, câncer, doenças respiratórias, etc). Ainda, segundo o relatório da OMS, o envelhecimento global tem grande influência sobre as tendências relativas às deficiências devido ao maior risco de comorbidades entre a população idosa. As pessoas com deficiências e os domicílios com algum membro deficiente enfrentam uma pior realidade econômica e social se comparados às pessoas sem deficiências [OMS 2012].

Já no Brasil, os levantamentos realizados através do Censo Demográfico do IBGE indicam a existência de 45,6 milhões de pessoas que declararam ter pelo menos um tipo de deficiência, seja do tipo visual, auditiva, motora ou mental/intelectual. Apesar do número elevado, estas pessoas, em sua grande maioria, não vivem em uma sociedade adaptada [IBGE 2010]. A reflexão desse cenário nos leva a questionar a inclusão e a qualidade de vida das pessoas portadoras de deficiência e como garantir a elas o seu direito à cidadania. Para uma inclusão efetiva da pessoa com deficiência, é necessário que esses indivíduos

tenham acesso às tecnologias assistivas, que os possibilitem mais independência, segurança e conforto, assim como, acesso a domótica assistiva, que é um sistema de domótica projetada especificamente para pessoas com deficiência [Sandulescu and Halcu 2015].

A partir do trabalho desenvolvido por [Perez et al. 2018] é possível observar que com a demanda crescente por serviços de saúde, devido ao envelhecimento populacional, novos sistemas, simulações, softwares e mecanismos voltados a promoção de um estilo de vida saudável e a otimização da análise de dados clínicos ganham cada vez mais espaço no mercado tecnológico. No entanto, conforme expõem [Motlagh et al. 2018], a criação dessas ferramentas não é uma tarefa simples, em vista que elas devem englobar diversos aspectos tecnológicos, estéticos e econômicos. Já o trabalho de [Motlagh et al. 2019] apresenta uma forma de transformar casas antigas em casas inteligentes usando IoT, com foco na redução do consumo de energia. Por outro lado, o trabalho de [Rocha and Anhesine 2020] expõe a criação de um protótipo de um sistema domótico, o qual utiliza do reconhecimento de voz para controlar eventos de acionamento e monitoramento. Em [Mishra et al. 2020] é proposto uma arquitetura genérica para o sistema de automação, o qual tem a vantagem de ser altamente personalizável e independente.

2. Objetivo e Contribuições

A Tecnologia Assistiva tem revelado recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida e, consequentemente, promover vida independente e acessível, assim como garantir a inclusão social. Dentro desse cenário tem-se que este projeto apresenta artefatos acessíveis de baixo custos, tais como o desenvolvimento de um sistema de reconhecimento de voz, que permite ao usuário controlar os componentes automatizados mediante a pronúncia de comandos. Esse tipo de tecnologia, para a grande maioria das pessoas, pode ser considerada apenas um artigo de conforto, mas para pessoas com alguma limitação motora ou visual, o comando de voz pode proporcionar maior autonomia e facilitar a execução de atividades rotineiras.

Assim, este trabalho tem como princípio o desenvolvimento de artefatos de baixo custo não invasivos de fácil instalação e utilização por parte do usuário. Para atingir esse objetivo foram utilizados, em alguns artefatos, métodos mecânicos para automação das coisas. As principais contribuições são:

- **Artefato de controle do acionamento da oscilação do ventilador**. Esse módulo foi desenvolvido para permitir ao usuário com deficiência controlar a oscilação do ventilador. Pesquisas realizadas no mercado mostraram ausência de um dispositivo no mercado que realize automação de ventiladores básicos[1].
- **Artefato de ligar, desligar e controlar a velocidade do ventilador**. O mercado já dispõe de um "vasto" número de tomadas inteligentes que permitem ligar e desligar o ventilador, mas o grande diferencial do artefato desenvolvido neste trabalho é permitir ao usuário controlar a velocidade de ventiladores básicos[2].
- **Módulo de monitoramento do sono**.

[1] Ventilador com botão de acionamento manual para movimento oscilante na direção horizontal.
[2] Ventilador com chave do tipo potenciômetro para ligar, desligar e controlar a velocidade.

Este artefato auxilia no diagnóstico de distúrbio do sono, fornecendo informações sobre padrões de sono, assim orientando os diagnósticos e os processos de tratamento de maneira mais precisa e eficiente. O principal diferencial deste artefato é a avaliação da qualidade do sono *in loco*, não sendo necessário retirar o paciente de sua residência.

- **Assistente virtual como interface de controle de voz**. O assistente virtual foi elaborado para integrar os artefatos de automação com o intuito de torná-los mais acessíveis e de fácil utilização.

3. Métodos e Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho adotou-se a metodologia de pesquisa *Design Science Research* (DS), tendo em vista que essa fornece uma base para conduzir uma pesquisa sólida e relevante, uma vez que, tem-se como objetivo desenvolver artefatos de baixo custo e de fácil manuseio para promover um ambiente de domótica assistiva. O motivo para a utilização dessa metodologia é que ela permite uma rápida prototipação do produto. Assim, será adotado as definições e funções propostas por [Peffers et al. 2007], onde os autores apresentam o DSR sendo composto por seis etapas encadeadas, as quais são descritas a seguir juntamente com a instanciação para o presente estudo.

1. **Identificação do problema e motivação:** O principal problema atacado neste trabalho envolve o estudo divulgado pela OMS, que menciona a existência de, aproximadamente, 1 bilhão de pessoas portadoras de algum tipo de deficiência, as quais variam de acordo com uma complexa combinação de fatores, incluindo idade, sexo, status sócio-econômico, recursos disponíveis, entre outros. O principal fator motivador do projeto é propor soluções de baixo custo para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência ou com restrição de mobilidade.
2. **Definição dos objetivos para a solução:** Os objetivos definidos foram o projeto, desenvolvimento e avaliação de artefatos não invasivos de baixo custo para automatizar as coisas comuns, como por exemplo, o controle de velocidade e oscilação do ventilador, para compor um ambiente de domótica assistiva.
3. **Projeto e desenvolvimento:** Esta etapa é o principal foco do projeto, pois abrangeu a análise de viabilidade de automação, a fim de identificar se haviam dispositivos inteligentes disponíveis no mercado capazes de realizar as automações definidas na etapa anterior; a prototipação incremental e implementação de métodos de indexação e análise dos dados.
4. **Demonstração:** Etapa constituída pelos testes de cada artefato desenvolvido.
5. **Avaliação:** A avaliação está sendo realizada com a utilização de métricas de avaliação de desempenho, como: tempo de resposta dos artefatos com o assistente virtual, autonomia das baterias e usabilidade.
6. **Comunicação:** A comunicação está sendo conduzida na forma de construção de artigos científicos, apresentações e participação em concursos de iniciação científica.

A automação das coisas neste projeto, tem como um dos princípios não ser invasiva, portanto foram utilizados métodos mecânicos para as automações. Para a construção dos artefatos foram utilizadas as plataformas Arduíno, NodeMCU ESP8266, Raspberry PI e o Kit de desenvolvimento integrado Nvidia JETSONTK1. Tais plataformas são encontradas no mercado por preços acessíveis e possuem um vasto material de apoio.

4. Resultados e Discussões

A concepção dos protótipos foi divida em três etapas: (i) construção dos artefatos de baixo custo que permite automação e o monitoramento do ambiente; (ii) implementação de um sistema eletrônico de baixo custo, energeticamente eficiente e com a proposta de comunicação por rede sem fio e; (iii) desenvolvimento do assistente virtual para ser usado como interface de controle de voz para os artefatos.

4.1. Desenvolvimento dos Artefatos

4.1.1. Módulo de Controle do Ventilador

Em uma visão geral, o dispositivo multimodal tem seu funcionamento baseado em módulos interdependentes, composto por dois artefatos, (i) o que liga, desliga e controla a velocidade do ventilador e, (ii) o que é responsável por acionar e parar a oscilação do ventilador, conforme a Figura 1.

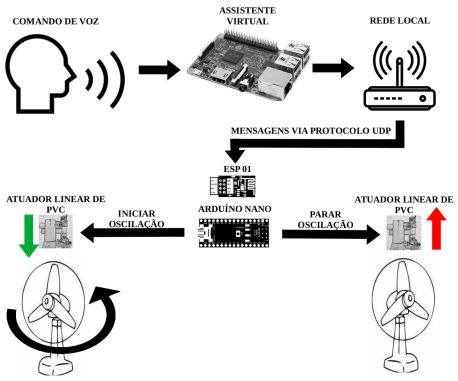

Figura 1. Arquitetura do módulo de automação do ventilador.

Ao ser iniciado, o Assistente Virtual aguarda comandos chave para iniciar protótipo (assistente, ligar, desligar, girar, parar, velocidade um, velocidade dois, velocidade três), em seguida o Assistente Virtual envia o comando chave para o endereço de IP local do ESP 01 por meio do protocolo UDP, a biblioteca *SoftwareSerial* é utilizada para efetuar a comunicação com o módulo Arduíno Nano usando os pinos RX e TX.

Caso receba o comando para iniciar a oscilação do ventilador, o atuador linear empurra para baixo o pino de oscilação do ventilador. Se o comando recebido for parar a oscilação, o atuador linear puxa o pino de oscilação, assim posicionando o ventilador na direção desejada. Essa dinâmica permite ao usuário controlar livremente a direção da circulação de ar do ambiente.

Com relação aos comandos de ligar, desligar e controlar a velocidade, é programado no código do Arduíno Nano as posições de 0° a 180° do botão de controle do ventilador. O artefato que controla a velocidade gira o botão do tipo potenciômetro de forma mecânica de acordo com o comando pronunciado.

4.2. Sistema de Monitoramento do Sono

Esse artefato é responsável pelo monitoramento não invasivo do ambiente do sono, que realiza a coleta, o armazenamento e a análise das variáveis ambiente, com objetivo de

auxiliar no diagnósticos dos distúrbios do sono *in loco*, sem haver a necessidade do deslocamento do paciente até uma clínica médica, gerando mais conforto e comodidade as pessoas com deficiência.

A Figura 2 apresenta a arquitetura do sistema de monitoramento do sono que integra o dispositivo com as tecnologias multimodais. Em um visão geral, o dispositivo multimodal tem o seu funcionamento baseado em 3 módulos interdependentes, sendo o módulo (1) aquisição dos dados do ambiente, que realiza a coleta dos dados por meio dos sensores, (2) diário do sono, que visa manter informações relevantes sobre o paciente e (3) análise e relatório, que trata da análise dos dados e gera os relatórios para equipe técnica. Os resultados parciais desse módulo pode ser consultado em [Oliveira et al. 2019].

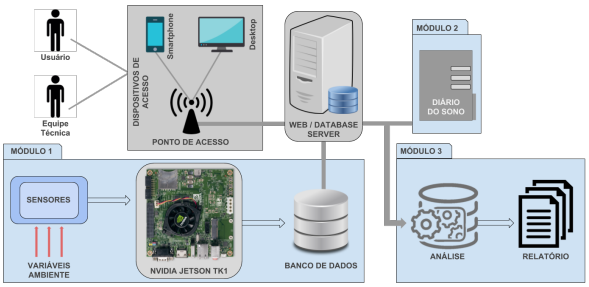

Figura 2. Arquitetura do sistema de monitoramento do sono.

4.3. Assistente Virtual

Com o intuito de se tornar os dispositivos acessíveis e de fácil utilização, o controle do protótipo é feito por comandos de voz. O Assistente Virtual foi elaborado para integrar artefatos de automação a rede WiFi mantendo um custo acessível e instalação de comandos descomplicada. O Assistente é desenvolvido em linguagem Python e baseado na biblioteca *vosk*[3], que permite reconhecimento de comandos de voz em português com excelente precisão e possuí modelos de voz locais, o que viabiliza seu uso em modo *offline* e alta velocidade no reconhecimento dos comandos. O Assistente Virtual faz uso de técnicas de processamento de linguagem natural (PLN) por meio da biblioteca *TensorFlow*, que assegura acerto nos comandos ditados.

4.4. Sistema Eletrônico

Para o dispositivo de controle do ventilador, o sistema eletrônico é composto pelas plataformas Arduíno Nano e o ESP 01. A placa ESP 01 está configurada para o modo de comandos AT, onde o ESP 01 trabalha em conjunto com outros microcontroladores através de uma conexão UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), essa conexão é feita pelos pinos TX e RX. O protótipo é alimentado por uma bateria de 9V.

O artefato de monitoramento do sono é construído sobre a plataforma Kit de desenvolvimento integrado Nvidia JETSONTK, que realiza o processamento dos dados, que são obtidos através dos sensores de temperatura e umidade DHT22, sensor de ruído KY-038, sensor de luminosidade BH1750FVI, sensor de movimento PIR DYP-MR003 e sensor ultrassônico HC-SR04.

[3]https://alphacephei.com/vosk/

O assistente virtual se encontra sobre a plataforma Raspberry PI 3 modelo B, para a captura do áudio é utilizado um microfone USB.

Agradecimentos

O presente projeto foi desenvolvido com apoio da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas – FAPESPA através do auxílio a projeto de pesquisa, nº do processo 2019/585931, termo de outorga nº 006/2020.

Referências

IBGE (2010). Características Gerais da População, Religião e Pessoas Com Deficiência. *Censo Demográfico 2010*, pages 1–215. Acessado em 04 de Abril de 2021.

Mishra, A., Karmakar, S., Bose, A., and Dutta, A. (2020). Design and development of iot-based latency-optimized augmented reality framework in home automation and telemetry for smart lifestyle. *Journal of Reliable Intelligent Environments*.

Motlagh, N. H., Khajavi, S. H., Jaribion, A., and Holmstrom, J. (2018). An IoT-based Automation System for Older Homes: A Use Case for Lighting System. In *IEEE 11th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications*, pages 247 – 252.

Motlagh, N. H., Khajavi, S. H., Jaribion, A., and Holmstrom, J. (2019). An IoT-based automation system for older homes: A use case for lighting system. *Proceedings - IEEE 11th International Conference on Service-Oriented Computing and Applications, SOCA 2018*, 2019-Janua:247–252.

Oliveira, J., Campos, V., Reis, J., Lobato, F., and Nascimento, R. (2019). Dispositivo não invasivo para monitoramento do ambiente do sono. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Computação Aplicada à Saúde*, pages 348–353, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

OMS (2012). *Relatório mundial sobre a deficiência*. World Health Organization, The World Bank, São Paulo: SEDPcD. Disponível em: https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/biblioteca/relatorio-mundial-sobre-a-deficiencia/. Acessado em 04 de Abril de 2021.

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., and Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3):45–77.

Perez, D., Memeti, S., and Pllana, S. (2018). A Simulation Study of a Smart Living IoT Solution for Remote Elderly Care. In *Third International Conference on FOG and Mobile Edge Computing (FMEC)*, pages 227 – 232.

Rocha, W. S. and Anhesine, M. W. (2020). Automação residencial por comando de voz. *Revista Interface Tecnológica*, 17(1):179–191.

Sandulescu, V. and Halcu, I. (2015). Speaker Authentication for an Assistive Domotic System. In *2015 20th International Conference on Control Systems and Computer Science*, pages 337–340. IEEE.